

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

? s pn=jp 2002301466

S5 2 S PN=JP 2002301466

? t s5/3,ab,ls/all

>>>W: Some display codes not found in file 347: LS

347.7432956 \$1.85 US

JAPIO

(c) 2004 JPO & JAPIO. All rights reserved.

5/3,AB,LS/1 (Item 1 from file: 347)

07432956 **METHOD AND APPARATUS FOR CLEANING POLLUTANT**

**Pub. No.:** 2002-301466 A ]

**Published:** October 15, 2002 (20021015)

**Inventor:** TAKAHASHI ATSUSHI

INABA HITOSHI

IYAMA NOBORU

HOSHINA SADAYORI

**Applicant:** TAKASAGO THERMAL ENG CO LTD

**Application No.:** 2001-282247 [JP 2001282247]

**Filed:** September 17, 2001 (20010917)

**Priority:** 2001-021546 [JP 200121546], JP (Japan), January 30, 2001 (20010130)

## ABSTRACT

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a method and apparatus for cleaning a pollutant effectively by a rapid microbial decomposition reaction while ensuring the reproducibility of microbial reaction in cleaning the pollutant containing an organochlorine compound and decomposing the organochlorine compound so as to clear an environmental standard value.

**SOLUTION:** The pollutant containing a chlorine compound such as dioxins is charged in a dechlorinating stirring tank 1 of which the temperature is adjusted arbitrarily and chlorine is removed from the pollutant by dechlorinating microorganisms with the optimum temperature 60°C and the pollutant from which chlorine is removed by dechlorinating microorganisms is charged in a compound decomposition stirring tank 2 of which the temperature is adjusted arbitrarily in the same way and the compound after the removal of chlorine contained in the pollutant is decomposed by compound decomposing microorganisms with the optimum temperature of 65°C to clean the pollutant.

**COPYRIGHT:** (C)2002,JPO

351.15256970 \$6.37 US

Derwent WPI

(c) 2004 Thomson Derwent. All rights reserved.

5/3,AB,LS/2 (Item 1 from file: 351)

015256970

WPI Acc No: 2003-317899/200331

XRAM Acc No: C03-083607

XRFX Acc No: N03-253272

Purification of waste material containing a chlorine compound, comprises setting an optimum temperature for decomposition of a chlorine compound adhered to an adsorbent, by microorganisms

Patent Assignee: TAKASAGO NETSUGAKU KOGYO KK (TAKA-N)

Number of Countries: 001 Number of Patents: 001

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
JP 2002301466	A	20021015	JP 2001282247	A	20010917	200331 B

Priority Applications (No Type Date): JP 200121546 A 20010130

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan Pg	Main IPC	Filing Notes
JP 2002301466	A	22	B09C-001/10	

Abstract (Basic): JP 2002301466 A

Abstract (Basic):

NOVELTY - Purification of waste material comprises that chlorine compounds present in waste material are adsorbed by an adsorbent, where the optimum temperature for decomposing the adsorbed chlorine compounds by microorganisms is 60 degrees Centigrade.

DETAILED DESCRIPTION - An INDEPENDENT CLAIM is also included for a purifier for waste material.

USE - The method is used for purifying waste material containing harmful chlorine compounds such as dioxins, e.g. contaminated soil, and domestic and industrial waste water.

ADVANTAGE - As the temperature inside the purifier is 60 degreesC, the propagation of mesophiles is prevented. As microorganisms are used for decomposing chlorine compounds adhered to the adsorbent, the contact of the chlorine compounds with the microorganisms is improved. The supply of oxygen to the microorganisms is improved, and the purification of waste material is carried out rapidly and stably.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows a schematic view of the purifier. (Drawing includes non-English language text).

pp; 22 DwgNo 1/9

JP 2002-301466 A

[Scope of Claims]

[Claim 1] A method of cleaning a polluted matter by decomposing and cleaning with a microorganism, the polluted matter containing a chlorine compound in a system where temperature is adjusted, characterized by comprising: placing in the polluted matter a microorganism, having an optimum temperature of at least 60°C, for decomposing an adsorbing component which physically adsorbs the chlorine compound, and the chlorine compound; and fluidizing the polluted matter in the system.

[Claim 2] The method of cleaning a polluted matter according to claim 1, wherein: the microorganism is an aerobic microorganism having an optimum temperature of 65°C or more; and the chlorine compound is decomposed in a system to which oxygen is supplied by an oxygen supplying means.

[Claim 3] The method of cleaning a polluted matter according to claim 2, wherein the polluted matter is fluidized inside a gas contactor providing a passage enhancing contact between a fluidized substance and a gas.

[Claim 4] The method of cleaning a polluted matter according to any one of claims 1 to 3, characterized by further comprising adding to the polluted matter an adsorbent which physically adsorbs the chlorine compound.

[Claim 5] The method of cleaning a polluted matter according to

claim 4, wherein the adsorbent is zeolite having pores of a pore size distribution corresponding to 1-fold or more of a molecular dimension of the chlorine compound.

[Claim 6] A method of cleaning a polluted matter by decomposing and cleaning with a microorganism, the polluted matter containing a chlorine compound in a system where temperature is adjusted, comprising:

a dechlorination step involving decomposing the chlorine compound in the polluted matter with a dechlorination microorganism having an optimum temperature of 60° or more and removing chlorine from the polluted matter; and

a compound decomposition step involving decomposing the compound in the polluted matter from which the chlorine was removed in the dechlorination step with a compound decomposition microorganism having an optimum temperature of 65°C or more.

[Claim 7] The method of cleaning a polluted matter according to claim 6, wherein: the dechlorination step employs an anaerobic microorganism as the dechlorination microorganism and involves removing chlorine from the polluted matter in a system from which oxygen is removed by an oxygen removing means; and the compound decomposition step employs an aerobic microorganism as the compound decomposition microorganism and involves decomposing the compound in a system to which oxygen is supplied by an oxygen supplying means.

[Claim 8] The method of cleaning a polluted matter according to

claim 6 or 7, further comprising a dechlorination waste gas treatment step involving treating a gas discharged from the dechlorination step.

[Claim 9] An apparatus for cleaning a polluted matter by decomposing and cleaning with a microorganism, the polluted matter containing a chlorine compound, comprising:

a decomposition reaction tank holding at least a microorganism for decomposing the chlorine compound in the polluted matter, the polluted matter, and an adsorbing component which physically adsorbs the polluted matter, for decomposing the polluted matter;

a temperature adjusting means for adjusting temperature inside the decomposition reaction tank; and

a fluidizing means for fluidizing the polluted matter inside the decomposition reaction tank, wherein

the microorganism is a microorganism having an optimum temperature of at least 60°C.

[Claim 10] The apparatus for cleaning a polluted matter according to claim 9, further comprising an oxygen supplying means for supplying oxygen into the decomposition reaction tank, wherein the microorganism is an aerobic microorganism having an optimum temperature of 65°C or more.

[Claim 11] The apparatus for cleaning a polluted matter according to claim 10, further comprising a gas contactor providing a passage enhancing contact between a fluidized substance and a gas, wherein

the fluidizing means is for fluidizing the polluted matter at least inside the passage of the gas contactor.

[Claim 12] The apparatus for cleaning a polluted matter according to claim 11, wherein: the polluted matter is polluted soil; the fluidizing means is a cylinder scooping the polluted soil in the tank with an end portion of the cylinder along with rotation of at least a rotation axis provided horizontally and a rotation axis provided perpendicular to the horizontal rotation axis inside the decomposition reaction tank; and the gas contactor is a solid-gas contactor providing a passage inside the cylinder.

[Claim 13] The apparatus for cleaning a polluted matter according to claim 11, wherein: the polluted matter is polluted soil; the fluidizing means is at least a rotation axis provided horizontally; the decomposition reaction tank is a cylinder provided perpendicular to the rotation axis and having one end closed, the cylinder being capable of holding the polluted soil inside the cylinder; and the gas contactor is a solid-gas contactor providing a passage inside the cylinder.

[Claim 14] The apparatus for cleaning a polluted matter according to claim 12 or 13, wherein the decomposition reaction tank contains a particulate adsorbent which physically adsorbs the chlorine compound.

[Claim 15] The apparatus for cleaning a polluted matter according to claim 11, wherein: the polluted matter is polluted water; the

fluidizing means is connected to the oxygen supplying means and serves as an air bubble generating means for generating air bubbles from a bottom portion of the decomposition reaction tank toward the passage inside the gas contactor; the gas contactor is a gas-liquid contactor providing a passage in the polluted water; and the adsorbing component is a layered adsorbent fixed inside the decomposition reaction tank, passing a flow of the polluted water from the gas-liquid contactor.

[Claim 16] The apparatus for cleaning a polluted matter according to claim 14 or 15, wherein the adsorbent is zeolite having pores of a pore size distribution corresponding to 1-fold or more of a molecular dimension of the chlorine compound.

[Claim 17] The apparatus for cleaning a polluted matter according to claim 9, further comprising: a waste gas treating means for treating a gas discharged from the decomposition reaction tank which includes a condenser for cooling the gas discharged from the decomposition reaction tank; and a heat pump producing a cooling medium and heating medium supplied to the condenser and the temperature adjusting means.

[Claim 18] An apparatus for cleaning a polluted matter by decomposing and cleaning with a microorganism, the polluted matter containing a chlorine compound, comprising:

a dechlorination stirred tank for removing chlorine from the polluted matter, the tank holding at least a dechlorination microorganism for decomposing the chlorine compound in the polluted



matter, and the polluted matter;

a dechlorination temperature adjusting means for adjusting temperature inside the dechlorination stirred tank;

a compound decomposition stirred tank for decomposing the compound, the tank holding at least a compound decomposition microorganism for decomposing the compound in the polluted matter from which chlorine is removed and the polluted matter from which chlorine is removed and; and

a compound decomposition temperature adjusting means for adjusting temperature inside the compound decomposition stirred tank, wherein:

the dechlorination microorganism is a microorganism having an optimum temperature of 60°C or more; and

the compound decomposition microorganism is a microorganism having an optimum temperature of 65°C or more.

[Claim 19] The apparatus for cleaning a polluted matter according to claim 18, further comprising: an oxygen removing means for removing oxygen inside the dechlorination stirred tank; and a compound decomposition oxygen supplying means for supplying oxygen into the compound decomposition stirred tank, wherein: the dechlorination microorganism is an anaerobic microorganism; and the compound decomposition microorganism is an aerobic microorganism.

[Claim 20] The apparatus for cleaning a polluted matter according to claim 18 or 19, further comprising a dechlorination waste gas

treating means for treating a gas discharged from the dechlorination stirred tank.

[Claim 21] The apparatus for cleaning a polluted matter according to claim 18, further comprising: a dechlorination temperature detecting means for detecting the temperature inside the dechlorination stirred tank; and a dechlorination oxygen concentration detecting means for detecting an oxygen concentration inside the dechlorination stirred tank.

[Claim 22] The apparatus for cleaning a polluted matter according to claim 21, further comprising, a dechlorination pH detecting means for detecting pH inside the dechlorination stirred tank, wherein the polluted matter is polluted water.

[Claim 23] The apparatus for cleaning a polluted matter according to claim 18, further comprising: a compound decomposition temperature detecting means for detecting the temperature inside the compound decomposition stirred tank; and a compound decomposition oxygen concentration detecting means for detecting an oxygen concentration inside the compound decomposition stirred tank.

[Claim 24] The apparatus for cleaning a polluted matter according to claim 23, further comprising, a compound decomposition pH detecting means for detecting pH inside the compound decomposition stirred tank, wherein the polluted matter is polluted water.

[0011] That is, the present invention provides a method of cleaning a polluted matter by decomposing and cleaning with a microorganism, the polluted matter containing a chlorine compound in a system where temperature is adjusted, characterized by including: placing in the polluted matter a microorganism, having an optimum temperature of at least 60°C, for decomposing an adsorbing component which physically adsorbs the chlorine compound and the chlorine compound; and fluidizing the polluted matter in the system (hereinafter, this cleaning method may also be referred to as "first cleaning method").

[0013] Further, the present invention provides a method of cleaning a polluted matter by decomposing and cleaning with a microorganism, the polluted matter containing a chlorine compound in a system where temperature is adjusted, including: a dechlorination step involving decomposing the chlorine compound in the polluted matter with a dechlorination microorganism having an optimum temperature of 60° or more and removing chlorine from the polluted matter; and a compound decomposition step involving decomposing the compound in the polluted matter from which the chlorine was removed in the dechlorination step with a compound decomposition microorganism having an optimum temperature of 65°C or more (hereinafter, this cleaning method may also be referred to as "second cleaning method").

[0017] Chlorine compounds in a polluted matter are generally stable

chemically and physically, and many of the compounds are hardly treated suitably through usual treatment such as incineration. According to the present invention, the compounds can be suitably treated. Examples of the chlorine compounds include organic compounds containing chlorine in molecules such as dioxins, PCB, trichloroethylene, and perchloroethylene.

[0020] According to the first cleaning method, an aerobic microorganism having an optimum temperature of 65°C or more is preferably used under the conditions of supplying oxygen into the polluted matter system by an oxygen supplying means. Such a cleaning method, unlike the use of an anaerobic microorganism, does not require countermeasures against oxygen intrusion to the system. Thus, the cleaning method is suitable for realizing structural simplification of a cleaning apparatus or operational simplification of the cleaning method. Examples of a suitable microorganism in the cleaning method include *Bacillus midousuji*.

[0031] A microorganism capable of cleaving a chlorine chain in the chlorine compound is used as a dechlorination microorganism. Examples of an anaerobic microorganism include *Clostridium pastorianum*.

[0032] A compound decomposition microorganism depends on a composition or the like of elements except chlorine in the compound.

For decomposition of the above-exemplified chlorine compound, a microorganism for decomposition such as cleavage of oxygen crosslinking or a benzene ring and open chain of an alkyl group can be suitably used. Examples of the compound decomposition microorganism used in the second cleaning method include: an anaerobic microorganism such as *Clostridium pastorianum*; and an aerobic microorganism such as *Bacillus midousuji*.

[0088] <First Embodiment> As shown in Fig. 1, a cleaning apparatus according to the first embodiment of the present invention is provided with a dechlorination stirred tank 1, a compound decomposition stirred tank 2, and a microwave heat sterilization drying device 3. The dechlorination stirred tank 1 and the compound decomposition stirred tank 2 are connected by a screw-type conveyor 4, which is a conveying means, and are structured so that polluted soil is conveyed from the dechlorination stirred tank 1 to the compound decomposition stirred tank 2. Further, the compound decomposition stirred tank 2 and the microwave heat sterilization drying device 3 are connected by a screw-type conveyor 5, and are structured so that the soil is conveyed from the compound decomposition stirred tank 2 to the microwave heat sterilization drying device 3.

[0089] The dechlorination stirred tank 1 is provided with: a temperature adjusting means for adjusting temperature inside the tank; a solid stirred device 7 for stirring the polluted soil inside

the tank; a nitrogen supplying means 8 for replacing the inside of the dechlorination stirred tank 1 with nitrogen; a dechlorination waste gas treating means 9 for treating a gas discharged from the dechlorination stirred tank 1; a temperature detecting means 10 for detecting the temperature inside the tank; and an oxygen concentration detecting means 11 for detecting an oxygen concentration inside the tank.

[0090] The compound decomposition stirred tank 2 is provided with: the temperature adjusting means 6 for adjusting the temperature into the tank; the solid stirred device 7 for stirring the polluted soil inside the tank; an air supplying means for introducing air inside the compound decomposition stirred tank 2; a compound decomposition waste gas treating means 15 for treating a gas discharged from the compound decomposition stirred tank 2; the temperature detecting means 10 for detecting the temperature inside the tank; and the oxygen concentration detecting means 11 for detecting the oxygen concentration inside the tank.

[0091] The dechlorination stirred tank 1 and the compound decomposition stirred 2 tank are both airtight and freely sealed tanks. The dechlorination stirred tank 1 has an airtight structure to retain the atmosphere in the system and to prevent oxygen flow into the system because an anaerobic microorganism is used as a dechlorination microorganism. Further, the compound decomposition stirred tank 2 has an airtight structure to preferably retain a

constant oxygen concentration in the system although an aerobic microorganism as a compound decomposition microorganism is not highly affected by the air flow from the outside.

[0092] The microwave heat sterilization drying device 3 serves as a means for sterilizing the compound decomposition microorganism in the treated soil. Thus, the device is not limited to the above as long as the device serves as a means capable of sterilizing the compound decomposition microorganism.

[0093] The temperature adjusting means 6 consists of a jacket provided on an outer periphery of the dechlorination stirred tank or of the compound decomposition stirred tank and serves as a means for heating the polluted soil inside the stirred tank by passing warm water or steam.

[0094] The nitrogen supplying means 8 is one oxygen removing means for removing oxygen inside the dechlorination stirred tank 1, and is provided with: a nitrogen gas cylinder 8a; a nitrogen supply tube 8b connected to the nitrogen gas cylinder 8a and opened to a bottom portion of the dechlorination stirred tank 1; and an ejector 8c intervening between the nitrogen gas cylinder 8a and the nitrogen supply tube 8b.

[0095] The dechlorination waste gas treating means 9 serves as a means for treating and detoxifying the gas discharged from the dechlorination stirred tank 1, and is provided with: a compressor 9a; a cooler (condenser) 9b for cooling the waste gas; a gas-liquid

separator 9c for separating waste gas components into liquid and gas; an adsorber 9d filled with a dechlorination agent or dechlorination member (such as alkali agent-added filter); and a humidifier 9e for humidifying the treated gas. The humidifier 9e and the ejector 8c are connected so that the humidified, treated gas is supplied to the dechlorination stirred tank 1.

[0096] The humidifier 9e serves as a humidifying means for maintaining the inside of the system at a certain humidity because an anaerobic microorganism used as a dechlorination microorganism prefers a humid environment. The humidifier is not particularly limited as long as the humidifier serves as a humidifying means for maintaining the inside of the system at a certain humidity, and various conventionally known humidifying means can be used.

[0097] The temperature detecting means 10 is a thermometer for detecting the temperature of the polluted soil held inside the dechlorination stirred tank 1 and the temperature of the polluted soil held inside the compound decomposition stirred tank 2.

[0098] The oxygen concentration detecting means 11 is an oxygen sensor for detecting the oxygen concentration inside the dechlorination stirred tank 1 and the oxygen concentration inside the compound decomposition stirred tank 2.

[0099] The air supplying means 14 serves as a compound decomposition oxygen supplying means for supplying oxygen into the compound decomposition stirred tank 2, and is provided with: an air supply



source 14a; an air supply tube 14b connected to the air supply source 14a and opened to a bottom portion of the compound decomposition stirred tank 2; and a compressor 14c intervening between the air supply source 14a and the air supply tube 14b. . The air supply source 14a may be a gas cylinder filled with air (oxygen), or an air inlet for taking in air (oxygen) from the atmosphere.

[0100] The compound decomposition waste gas treating means 15 serves as a means for treating the gas discharged from the compound decomposition stirred tank 2. .The compound decomposition waste gas treating means 15 is connected to the compound decomposition stirred tank 2, and treats or discharges the waste gas as required. A discharge passage from the compound decomposition waste gas treating means 15 is connected in upstream of the compressor 14c of the air supplying means 14, and a part of the waste gas is supplied to the compound decomposition stirred tank 2.

[0128] As shown in Fig. 2, the cleaning apparatus according to the second embodiment of the present invention is provided with: a dechlorination stirred tank 21 including a liquid stirred device 27 suitable for stirring a liquid; and a compound decomposition stirred tank 22 including the same liquid stirred device 27. The two stirred tanks are connected through a pump, and are structured so that the polluted water is conveyed from the dechlorination stirred tank 21 to the compound decomposition stirred tank 22.

[0129] The dechlorination stirred tank 21 has the same structure as the dechlorination stirred tank in the above-described first embodiment of the present invention except that the dechlorination stirred tank 21 is provided with a pH detecting means 23 and a dechlorination waste gas treating means 29. The compound decomposition stirred tank 22 has the same structure as the compound decomposition stirred tank in the above-described first embodiment of the present invention except that compound decomposition stirred tank 22 tank is provided with the pH detecting means 23 and a compound decomposition waste gas treating means 25. The oxygen concentration detecting means 11 is provided for detecting the dissolved oxygen concentration in the polluted water inside the tank.

[0130] The pH detecting means 23 is a pH sensor for respectively detecting pH of the polluted water held inside the dechlorination stirred tank 21 and of the polluted water held inside the compound decomposition stirred tank 22.

[0131] The dechlorination waste gas treating means 29 has the same structure as that of the dechlorination waste gas treating means 9 in the above-described first embodiment of the present invention except that the dechlorination waste gas treating means 29 is not provided with the compressor 9a and the humidifier 9e and is structured so that the liquid separated by the gas-liquid separator 9c is conveyed to the dechlorination stirred tank 21. Further, the compound decomposition waste gas treating means 25 is provided with the cooler

9b and the gas-liquid separator 9c, and is structured so that the liquid separated by the gas-liquid separator 9c is conveyed to the compound decomposition stirred tank 22.

[Fig. 1]

Polluted soil

Anaerobic bacteria

Medium

Deoxidant

Aerobic bacteria

Cleaned soil

[Fig. 2]

Anaerobic bacteria

Medium

Polluted water

Deoxidant

Aerobic bacteria

Cleaned liquid

JP 2002-348291 A

[Claim 3] A method of searching a dioxin degrading microorganism, dioxin degrading enzyme, or dioxin degrading enzyme gene characterized by comprising: reacting a targeted microorganism, enzyme, or enzyme gene with a dioxin analogue compound represented by a general formula (3) as a substrate; and using fluorescent emission of metabolites as an index

(wherein, X represents a chlorine atom; m represents an integer of 0 to 4; and R<sup>1</sup> represents a hydrogen atom or a lower alkyl group having 1 to 3 carbon atoms).

[Claim 4] The search method according to claim 3, wherein the dioxin analogue compound represented by the general formula (3) is represented by a chemical formula (1).

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-301466  
(P2002-301466A)

(43)公開日 平成14年10月15日(2002.10.15)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード(参考)
B 0 9 C 1/10	Z A B	C 0 2 F 1/28	E 4 B 0 2 9
C 0 2 F 1/28		3/12	V 4 B 0 6 5
3/12		3/30	Z 4 D 0 0 4
3/30		C 0 7 D 319/24	4 D 0 2 4
C 0 7 D 319/24		C 1 2 M 1/00	H 4 D 0 2 8

審査請求 未請求 請求項の数24(全22頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2001-282247(P2001-282247)

(22)出願日 平成13年9月17日(2001.9.17)

(31)優先権主張番号 特願2001-21546(P2001-21546)

(32)優先日 平成13年1月30日(2001.1.30)

(33)優先権主張国 日本(JP)

(71)出願人 000169499

高砂熱学工業株式会社

東京都千代田区神田駿河台4丁目2番地8

(72)発明者 高橋 惇

神奈川県海老名市国分北2-17-17

(72)発明者 稲葉 仁

神奈川県相模原市若松3-46-30

(72)発明者 飯山 登

神奈川県厚木市金田841-1 メゾンドギ

ヤラン202

(74)代理人 100089244

弁理士 遠山 勉 (外3名)

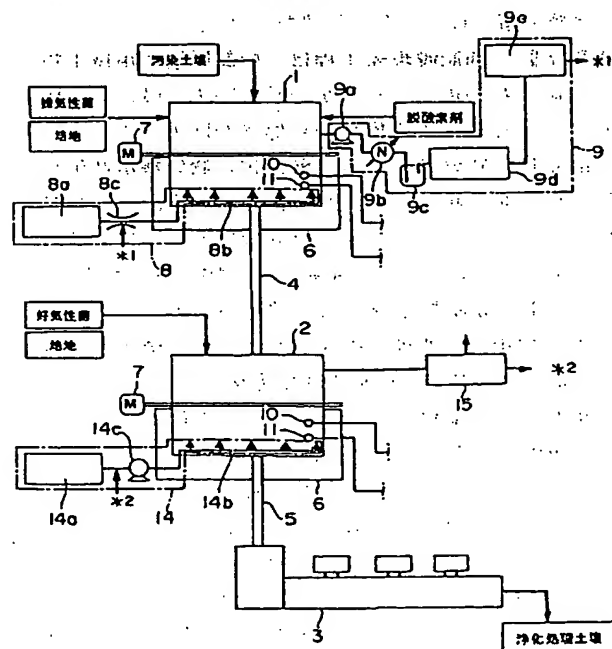
最終頁に続く

(54)【発明の名称】汚染物の浄化方法及び浄化装置

(57)【要約】

【課題】塩素系有機化合物を含有する汚染物を微生物分解反応によって浄化するにあたり、微生物分解反応速度をより高速化すると共に微生物反応の再現性を確保し、汚染物中の前記化合物を環境基準値以下に分解することにより有効な浄化方法及び浄化装置を提供する。

【解決手段】ダイオキシン類などの塩素化合物を含む汚染物を、温度が任意に調整される脱塩素用攪拌槽1に投入し、至適温度が60℃の脱塩素用微生物によって汚染物から塩素を除去し、次いで脱塩素微生物によって塩素が除かれた汚染物を、同じく温度が任意に調整される化合物分解用攪拌槽2に投入し、至適温度が65℃の化合物分解用微生物によって前記汚染物に含まれる塩素除去後の化合物を分解し、汚染物を浄化する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 温度が調整される系内で、塩素化合物を含む汚染物を微生物により分解して浄化する汚染物の浄化方法であって、

前記塩素化合物を物理吸着する吸着成分及び塩素化合物を分解するための至適温度が少なくとも60℃以上の微生物を前記汚染物中に存在させ、この汚染物を前記系内で流動させることを特徴とする汚染物の浄化方法。

【請求項2】 前記微生物は、至適温度が65℃以上の好気性微生物であり、かつ酸素供給手段により酸素が供給される系内で前記塩素化合物を分解することを特徴とする請求項1に記載の汚染物の浄化方法。

【請求項3】 流動物と気体との接触性を高める通路を形成する気体接触器内に前記汚染物を流動させることを特徴とする請求項2に記載の汚染物の浄化方法。

【請求項4】 前記塩素化合物を物理吸着する吸着材を前記汚染物にさらに添加することを特徴とする請求項1～3のいずれか一項に記載の汚染物の浄化方法。

【請求項5】 前記吸着材は、前記塩素化合物の分子寸法に対して1倍以上に相当する孔径分布の細孔を有するゼオライトであることを特徴とする請求項4に記載の汚染物の浄化方法。

【請求項6】 温度が調整される系内で、塩素化合物を含む汚染物を微生物により分解して浄化する汚染物の浄化方法であって、至適温度が60℃以上の脱塩素用微生物によって汚染物中の塩素化合物を分解し、汚染物中から塩素を除去する脱塩素工程と、

脱塩素工程で塩素が除去された汚染物中の化合物を、至適温度が65℃以上の化合物分解用微生物によって分解する化合物分解工程とを含む汚染物の浄化方法。

【請求項7】 前記脱塩素工程は、前記脱塩素用微生物に嫌気性微生物が用いられ、かつ酸素除去手段により酸素が除去される系内で汚染物から塩素を除去する工程であり、前記化合物分解工程は、前記化合物分解用微生物に好気性微生物が用いられ、かつ酸素供給手段により酸素が供給される系内で前記化合物を分解する工程であることを特徴とする請求項6に記載の汚染物の浄化方法。

【請求項8】 前記脱塩素工程で排出されるガスを処理する脱塩素用排ガス処理工程を含むことを特徴とする請求項6又は7に記載の汚染物の浄化方法。

【請求項9】 塩素化合物を含む汚染物を微生物により分解して浄化する汚染物の浄化装置であって、

前記汚染物中の塩素化合物を分解する微生物、前記汚染物、及び前記汚染物を物理吸着する吸着成分を少なくとも収容して汚染物を分解する分解反応槽と、

前記分解反応槽内の温度を調整する温度調整手段と、前記分解反応槽内において前記汚染物を流動させる流動手段とを有し、

前記微生物は、至適温度が少なくとも60℃以上の微生物

物である汚染物の浄化装置。

【請求項10】 前記分解反応槽内に酸素を供給する酸素供給手段をさらに有し、前記微生物は至適温度が65℃以上の好気性微生物であることを特徴とする請求項9に記載の汚染物の浄化装置。

【請求項11】 流動物と気体との接触性を高める通路を形成する気体接触器をさらに有し、前記流動手段は少なくとも前記気体接触器の通路内に前記汚染物を流動させる手段であることを特徴とする請求項10に記載の汚染物の浄化装置。

【請求項12】 前記汚染物が汚染土壌であり、前記流動手段は少なくとも前記分解反応槽内において水平方向に設けられる回転軸及びこの回転軸に直交して設けられ回転軸の回転に伴って槽内の汚染土壌を端部でスクレーパー状体であり、前記気体接触器は前記筒状体内に前記通路を形成する固気接触器であることを特徴とする請求項11に記載の汚染物の浄化装置。

【請求項13】 前記汚染物が汚染土壌であり、前記流動手段は少なくとも水平方向に設けられる回転軸であり、前記分解反応槽は前記回転軸に直交して設けられ端部が閉塞しておりかつ内部に汚染土壌を収容可能な筒状体であり、前記気体接触器は前記筒状体内に前記通路を形成する固気接触器であることを特徴とする請求項11に記載の汚染物の浄化装置。

【請求項14】 前記塩素化合物を物理吸着する粒子状の吸着材が前記分解反応槽に添加されていることを特徴とする請求項12又は13に記載の汚染物の浄化装置。

【請求項15】 前記汚染物が汚染水であり、前記流動手段は前記酸素供給手段に接続され前記分解反応槽の底部から前記気体接触器の通路内に向けて気泡を発生する気泡発生手段であり、前記気体接触器は前記汚染水中に前記通路を形成する気液接触器であり、前記吸着成分は分解反応槽内に固定され前記気液接触器から出た汚染水の流れを通過させる層状の吸着材であることを特徴とする請求項11に記載の汚染物の浄化装置。

【請求項16】 前記吸着材は、前記塩素化合物の分子寸法に対して1倍以上に相当する孔径分布の細孔を有するゼオライトであることを特徴とする請求項14又は15に記載の汚染物の浄化装置。

【請求項17】 前記分解反応槽から排出されるガスを冷却するコンデンサを有し分解反応槽から排出されるガスを処理する排ガス処理手段と、前記コンデンサ及び前記温度調整手段に供給する冷媒及び熱媒を生成するヒートポンプとを有することを特徴とする請求項9に記載の汚染物の浄化装置。

【請求項18】 塩素化合物を含む汚染物を微生物により分解して浄化する汚染物の浄化装置であって、前記汚染物中の塩素化合物を分解する脱塩素用微生物及び前記汚染物を少なくとも収容して汚染物から塩素を除去する脱塩素用攪拌槽と、

前記脱塩素用攪拌槽内の温度を調整する脱塩素用温度調整手段と、

塩素が除去された汚染物中の化合物を分解する化合物分解用微生物及び塩素が除去された汚染物を少なくともも収容して前記化合物を分解する化合物分解用攪拌槽と、

前記化合物分解用攪拌槽内の温度を調整する化合物分解用温度調整手段とを有し、

前記脱塩素用微生物は至適温度が60℃以上の脱塩素用微生物であり、かつ前記化合物分解用微生物は至適温度が65℃以上の化合物分解用微生物である汚染物の浄化装置。 10

【請求項19】 前記脱塩素用微生物が嫌気性微生物であり、かつ前記化合物分解用微生物が好気性微生物であり、脱塩素用攪拌槽内の酸素を除去する酸素除去手段と、前記化合物分解用攪拌槽内に酸素を供給する化合物分解用酸素供給手段とを有することを特徴とする請求項18に記載の汚染物の浄化装置。

【請求項20】 前記脱塩素用攪拌槽から排出されるガスを処理する脱塩素用排ガス処理手段を有することを特徴とする請求項18又は19に記載の汚染物の浄化装置。 20

【請求項21】 前記脱塩素用攪拌槽内の温度を検出する脱塩素用温度検出手段と、脱塩素用攪拌槽内の酸素濃度を検出する脱塩素用酸素濃度検出手段とを有することを特徴とする請求項18に記載の汚染物の浄化装置。

【請求項22】 前記汚染物が汚染水であり、前記脱塩素用攪拌槽内のpHを検出する脱塩素用pH検出手段を有することを特徴とする請求項21に記載の汚染物の浄化装置。 30

【請求項23】 前記化合物分解用攪拌槽内の温度を検出する化合物分解用温度検出手段と、化合物分解用攪拌槽内の酸素濃度を検出する化合物分解用酸素濃度検出手段とを有することを特徴とする請求項18に記載の汚染物の浄化装置。

【請求項24】 前記汚染物が汚染水であり、前記化合物分解用攪拌槽内のpHを検出する化合物分解用pH検出手段を有することを特徴とする請求項23に記載の汚染物の浄化装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は汚染物の浄化方法及び浄化装置に関し、より詳しくはダイオキシン類などの、分子中に多くの塩素を含む有機化合物に汚染された土壌や水の浄化に好適な浄化方法及び浄化装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 我々の生活や産業活動を通じて排出される汚染物のうち、分子中に多くの塩素を含む有機化合物を汚染物質として含有する汚染物については、土壌等の固体物であればダイオキシン類対策特別措置法等の施行 50

により、排水等の液体であれば水質環境基準等により排出規制が強化され、その排出量が規定されている。

【0003】 一方で、現在までに蓄積された、大量のこれらの汚染物は、処理の途中で二次的な汚染を発生することのない、安価で確実な技術や方法で処置されることが待ち望まれている。このような技術や方法としては、微生物による分解反応で前記汚染物を無害化する浄化方法が、有効な技術として期待されている。

【0004】 微生物を用いる浄化方法では、主に汚染物に含まれる汚染物質の種類によって、用いられる微生物の種類や使用法が選択される。例えば分子中に多くの塩素を含む有機化合物は、一般に化学的にも物理的にも非常に安定した物質である。このような化合物を分解する微生物としては、塩素鎖を切断する微生物が用いられる。

【0005】 塩素鎖を切断する微生物としては、例えば、常温菌であり、病原性微生物（緑膿菌）の一種であり、かつ嫌気性微生物であるシュードモナス菌が知られている。この他にも、例えば常温菌であるシメジ菌、白色腐朽菌や糸状菌の一種が、ダイオキシン類等の塩素化合物を含む汚染物質を分解する微生物として知られている。

【0006】 また、この他にも、好気性微生物と嫌気性微生物との特性の違いを利用し、これらを組み合わせて効率よく汚染物を分解、浄化しようとする技術が従来より知られている。例えばこのような技術としては、特開平9-164397号公報に開示されているように、嫌気槽と好気槽とを組み合わせた嫌気好気法により排水処理を行う排水処理装置において、空気を原料として酸素と窒素とを分離し、酸素富化ガスと窒素富化ガスとを発生する空気分離装置から得られる酸素富化ガスを前記好気槽の散気ガスとして用いると共に、前記窒素富化ガスを前記嫌気槽の散気ガスとして用いることを特徴とする嫌気好気法による排水処理装置が知られている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 シュードモナス菌は塩素鎖を切断するのに優れた微生物であるが、常温菌であり、またこの菌を用いる脱塩素反応では汚染物の分解最終段階で塩素鎖を切断するため、分解反応に数か月もかかることがあり、前述の浄化方法に用いても工業的な利用に耐えられないという問題点がある。また、常温菌である白色腐朽菌等の好気性微生物も分解速度が非常に遅く、汚染物の浄化方法において工業的に耐えられないという問題点がある。すなわち塩素化合物を含む汚染物の浄化において、常温菌を用いて塩素化合物の分解を行うことは、汚染物の浄化を工業的に行う観点から困難である。

【0008】 前記排水処理装置は、嫌気槽には酸素の乏しいガスを散気ガスとして供給し、好気槽には酸素の富んだ散気ガスを供給することにより、両槽において好適

な環境を実現するという点で優れた装置であるが、分解速度が非常に遅く工業的な利用に耐えられないという、常温菌を用いる浄化方法が有する問題点については、改善の余地が残されている。

【0009】本発明は、前記事項に鑑みなされたものであり、塩素系有機化合物を含有する汚染物を微生物分解反応によって浄化するにあたり、微生物分解反応速度をより高速化すると共に微生物反応の再現性を確保し、汚染物中の前記化合物を環境基準値以下に分解することにより有効な浄化方法及び浄化装置を提供することを課題とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明は前記課題を解決するための手段として、塩素化合物を分解するための至適温度の高い微生物を用いて、塩素化合物を含む汚染物を分解する方法及び装置であって、用いる微生物と塩素化合物との接触確率を高めてより速やかに分解する手段、及び用いる微生物の特性を利用して塩素化合物を段階的に、かつ速やかに分解する手段を提供する。

【0011】すなわち本発明は、温度が調整される系内20で、塩素化合物を含む汚染物を微生物により分解して浄化する汚染物の浄化方法であって、塩素化合物を物理吸着する吸着成分、及び塩素化合物を分解するための至適温度が少なくとも60℃以上の微生物を前記汚染物中に存在させ、この汚染物を前記系内で流動させることを特徴とする汚染物の浄化方法（以下、この浄化方法を「第一の浄化方法」ともいう）を提供する。

【0012】前記浄化方法によれば、常温菌に比べて至適温度の高い微生物を用いることにより微生物分解反応速度をより高速化することができ、微生物による前記汚30染物の浄化を、工業的に利用できる浄化方法とすることが可能となる。また、至適温度の高い微生物を用いることにより常温菌などの雑菌の作用が排除され、至適温度の高い微生物による分解反応がより純化されることから、微生物反応の再現性を確保することが可能となる。さらに、塩素化合物を物理吸着する吸着成分が微生物分解反応系内に存在することにより、微生物が吸着成分に着床しやすく、また塩素化合物が吸着成分上に濃縮され、微生物と塩素化合物との接触確率をより一層向上させることが可能となる。

【0013】また本発明は、温度が調整される系内で塩素化合物を含む汚染物を微生物により分解して浄化する汚染物の浄化方法であって、至適温度が60℃以上の脱塩素用微生物によって汚染物中の塩素化合物を分解し、汚染物中から塩素を除去する脱塩素工程と、脱塩素工程で塩素が除去された汚染物中の化合物を、至適温度が65℃以上の化合物分解用微生物によって分解する化合物分解工程とを含む汚染物の浄化方法（以下、この浄化方法を「第二の浄化方法」ともいう）を提供する。

【0014】前記浄化方法によれば、常温菌に比べて至40

適温度の高い微生物を用いることにより微生物分解反応速度をより高速化することができ、微生物による前記汚染物の浄化を、工業的に利用できる浄化方法とすることが可能となる。また、至適温度の高い微生物を用いることにより常温菌などの雑菌の作用が排除され、至適温度の高い微生物による分解反応がより純化されることから、微生物反応の再現性を確保することが可能となる。

【0015】また、本発明の浄化方法によれば、脱塩素工程が化合物分解工程よりも先に行われることから、塩素の存在による化合物分解用微生物の不活性化を防止することができ、汚染物中の塩素化合物を環境基準以下に分解する上でより有効である。

【0016】本発明の浄化方法に適用される汚染物は、土壌等のように固体で構成されるものであっても良いし、排水等のように液体で構成されるものであっても良いし、これらの両方を含むスラリー状のものであっても良い。また、気体状の汚染物は、例えば土壌など、粘土鉱物を含有する吸着成分や、所定の粒径や表面形状のものに分類され、又は加工されたゼオライト等の吸着材に吸着させる、又は水に吸収させる等の方法により、本発明で浄化することが可能である。

【0017】汚染物に含まれる塩素化合物は、一般に化学的及び物理的に安定で、焼却等の通常の処理では好適に処理することが困難なものが多いが、本発明によれば好適に処理することが可能である。このような塩素化合物としては、ダイオキシン類、PCB、トリクロロエチレン、パークロロエチレンなど、分子中に塩素を含む有機化合物を例示することができる。

【0018】本発明において至適温度とは、微生物が生長するのに最適な温度をいい、微生物分解反応に最適な温度である。本発明に用いられる微生物の至適温度が上記の温度よりも低いと、微生物反応速度が低下して工業的な利用に耐えられなくなることがあり、また雑菌の作用が介在して微生物反応の再現性が確保できなくなることがある。

【0019】本発明に用いられる微生物は、塩素化合物そのものの分解、塩素化合物の脱塩素、及び脱塩素後の化合物の分解が可能であり、微生物分解反応の高速化や微生物分解反応の純化等の観点から、至適温度が少なくとも60℃以上の微生物を、好気性微生物及び嫌気性微生物のいずれを問わず用いることができる。前記第一の浄化方法では塩素化合物そのものを分解する微生物が用いられる。

【0020】前記第一の浄化方法では、汚染物系内に酸素供給手段によって酸素を供給する条件下で、至適温度が65℃以上の好気性微生物を用いることが好ましい。このような浄化方法によれば、嫌気性微生物の使用とは異なり、系内への酸素の侵入に対する対策を講じる必要がないことから、浄化装置における構成の簡略化や、浄化方法における操作の簡略化を実現する上で好適であ



る。上記浄化方法における好適な微生物としては、例えば *Bacillus midousuji* 等が挙げられる。

【0021】本発明で用いられる吸着成分とは、塩素化合物を物理吸着する性質を有し、かつ微生物が着床可能な形態を有するものであり、例えば土壤粒子を挙げることができ、より具体的には汚染土壤中の土壤粒子や、汚染土壤を含有するスラリー状の汚染水中の土壤粒子を挙げることができる。

【0022】本発明では、前記塩素化合物と微生物とを十分に接触させることができる吸着成分が前記汚染物に含まれていれば良いが、塩素化合物の吸着や微生物の着床をより十分にを行い、塩素化合物と微生物との接触機会をより高める上で、微生物反応系内に吸着材をさらに添加することが好ましい。このような吸着材としては、適当な表面状態や粒径等の形態を有し、又は分別され、又は加工された粘土鉱物を挙げることができ、製法、材質、及び形態等において特に制限されない。好ましい前記吸着材としては、塩素化合物の分子寸法に対して1倍以上に相当する孔径分布の細孔を有するゼオライトが挙げられる。吸着材の形態については後に述べるが、汚染物の形態や微生物の特性等に応じて種々の形態を採用することが可能である。

【0023】なお塩素化合物の分子寸法は、化学構造式や分子の立体構造から求められる大きさをいう。また孔径分布は吸着材表面の細孔の孔径分布であり、本発明では孔径分布の中心値で代表される。すなわち前述のごとき孔径分布の範囲は、孔径分布の中心値がその範囲にあることを意味する。塩素化合物の分子寸法に対する前記細孔の孔径分布は、吸着材の材質や吸着能力、塩素化合物との親和性等によって適当な範囲は異なるが、孔径分布が小さすぎると塩素化合物が吸着材に吸着されず、孔径分布が大きすぎると吸着材が塩素化合物を捕捉できないことがあり、このような観点から本発明により好適な吸着材としては、例えば前記孔径分布が前記塩素化合物の分子寸法に対して3～5倍である天然ゼオライトが挙げられる。

【0024】本発明において、塩素化合物の分子寸法は、化学構造式や分子の立体構造式から求めることができる。また吸着材の前記孔径分布は、吸着等温線図を実験で求め、吸着等温線に毛細管凝縮理論を適用することによって求めることができる。さらに前記孔径分布は、孔径分布が既知な吸着材の中から、好適な孔径分布のものを選択する方法や、適当な孔径分布のもの二種以上を混合する方法等により調整することが可能である。

【0025】前記第一の浄化方法では、前述した微生物及び吸着材等の吸着成分を含む状態の汚染物を温度が調整される系内で流動させる。この流動については、前記系内の所定の位置を、流動する汚染物が通過することが好ましい。前記系内の所定の位置とは、例えば吸着材を系内に固定化した場合における吸着材の固定位置や、後

述する気体接触器等が挙げられる。

【0026】前記第一の浄化方法では、前記微生物として好気性微生物を用いた場合に、気体接触器内に汚染物を流動させることが、微生物分解反応に影響する系内の酸素濃度を最適化する上で好ましい。この気体接触器については後に述べるが、流動物と気体との接触性を高める通路を形成するものであれば特に限定されない。

【0027】前記第二の浄化方法では塩素化合物の脱塩素を行う脱塩素用微生物と、汚染物中の化合物を分解する化合物分解用微生物とが用いられる。前記脱塩素用微生物は、至適温度が60℃以上であり、汚染物中の塩素化合物を分解する微生物であれば、嫌気性微生物又は好気性微生物のいずれかを用いることができる。また、前記化合物分解用微生物は、至適温度が65℃以上であり、塩素が除去された汚染物中の化合物を分解する微生物であれば、好気性微生物又は嫌気性微生物のいずれかを用いることができる。なお、前記第二の浄化方法における汚染物中の化合物とは脱塩素工程により前記塩素化合物から塩素が除かれた構造の化合物をいう。

【0028】ところで、好気性微生物は酸素の存在下でないと活動できないが、嫌気性微生物は酸素の存在下ではその活動が不活性化する傾向にある。したがって本発明における第二の浄化方法では、各工程で嫌気性微生物と好気性微生物とを使い分ける（例えば一方の工程で嫌気性微生物を用いたらもう一方の工程では好気性微生物を用いるなど）と、滅菌等の工程を行うことなく微生物分解反応を次工程に進めることができ好ましい。また微生物の特性に着目した場合、脱塩素反応については嫌気性微生物を用いることが有利であり、化合物分解反応では好気性微生物を用いることが有利であることが知られており、このような観点からも各工程で嫌気性微生物及び好気性微生物を使い分けることが好ましい。

【0029】これらの観点から、前記第二の浄化方法では、前記脱塩素工程は脱塩素用微生物に嫌気性微生物が用いられ、かつ酸素除去手段により酸素が除去される系内で汚染物中の塩素化合物を分解する工程であり、前記化合物分解工程は化合物分解用微生物に好気性微生物が用いられ、かつ酸素供給手段により酸素が供給される系内で前記化合物を分解する工程であることが、前記汚染物を浄化する上でより好ましい。

【0030】なお、両工程において同様（すなわち嫌気性と嫌気性、又は好気性と好気性）の微生物を用いる場合は、両工程の間に加熱処理などの滅菌工程を行うと良い。

【0031】脱塩素用微生物としては、塩素化合物中の塩素鎖を切断できる微生物が用いられ、例えば嫌気性微生物であれば *Clostridium pastorianum* 等を例示することができる。

【0032】化合物分解用微生物としては、前記化合物に含まれる、塩素以外の元素の組成等により異なるが、

10

20

30

40

50

先に例示した塩素化合物を分解する場合では、酸素架橋やベンゼン環開裂、及びアルキル基開鎖の分解等を行う微生物を好適に用いることができる。前記第二の浄化方法に用いられる化合物分解用微生物としては、例えば嫌気性微生物であれば *Clostridium pastorianum* 等を例示することができ、好気性微生物であれば *Bacillus midou suji* 等を例示することができる。

【0033】前述した本発明の浄化方法では、微生物分解反応に伴い排出されるガスを処理する排ガス処理工程を含むことが好ましく、脱塩素工程で排出されるガスを処理する排ガス処理工程を含むことが特に好ましい。本発明の浄化方法において排出されるガスとしては、例えば、塩素を含有するガスや、脱塩素反応に伴い発生する他のガス、例えばメタン等の低級炭化水素や、塩素、炭素、及び水素等、塩素化合物を構成する元素の一種又は二種以上と酸素とが結合した分子等を挙げることができる。

【0034】したがって排ガス処理工程は、これらのガスを無害化できる処理であることが好ましく、塩素ガスであればアルカリとの反応で塩に固定化処理する工程が望ましく、また炭酸カルシウム等の吸着剤に吸着させる工程などを例示することができ、低級炭化水素であれば回収工程や燃焼工程、ニッケル等の触媒存在下での分解工程、活性炭等の吸着剤を用いた吸着工程等を例示することができる。

【0035】なお本発明では、前述した排ガス処理工程で処理されたガスの一部又は全部を微生物分解反応系内に還気しても良く、例えば脱塩素工程の排ガスに対する排ガス処理工程で処理されたガスを脱塩素反応系に還気する構成とすると、反応系における環境を維持する上で好ましい。

【0036】また、本発明の浄化方法は、前述した工程の他にも、例えば塩素化合物が分解された土壌や排水等を加熱や紫外線照射等により滅菌する滅菌工程や、汚染物中の微生物個数濃度、基質濃度等を測定するサンプリング工程など、他の工程を含むものであっても良い。

【0037】なお、本発明の浄化方法では、前記第二の浄化方法における脱塩素工程や化合物分解工程において、前述した吸着材や、例えば前述した化合物を物理吸着するのに適当な孔径分布を有する他の吸着材を用いても良いし、また、前記第二の浄化方法における化合物分解工程では、前述した気体接触器を用いても良い。

【0038】本発明は、前述した第一及び第二の浄化方法を実現する好適な構成として、以下に示す浄化装置を提供する。すなわち本発明は、前記第一の浄化方法を実現する好適な構成として、塩素化合物を含む汚染物を微生物により分解して浄化する汚染物の浄化装置であって、汚染物中の塩素化合物を分解する微生物、汚染物、及び汚染物を物理吸着する吸着成分を少なくとも収容して汚染物を分解する分解反応槽と、分解反応槽内の温度

を調整する温度調整手段と、分解反応槽内において汚染物を流動させる流動手段とを有し、微生物は、至適温度が少なくとも60℃以上の微生物である汚染物の浄化装置（以下「第一の浄化装置」ともいう）を提供する。以下この浄化装置について説明する。

【0039】＜第一の浄化装置＞前記第一の浄化装置は、分解反応槽及び温度調整手段を有することから、温度が調整される系内を形成し、流動手段を有することから、微生物及び吸着成分の存在下で汚染物を前記槽内にて流動させることが可能となる。これにより、至適温度で塩素化合物の分解が可能となり、また吸着成分への塩素化合物の吸着及び吸着成分への微生物の着床が促進され、効率の良い微生物分解反応が行われる。

【0040】前記第一の浄化装置は、分解反応槽内に酸素を供給する酸素供給手段をさらに有し、微生物は至適温度が65℃以上の好気性微生物であることが、微生物分解反応における好条件を実現し、かつ装置の構成や浄化操作の簡素化を実現する上で好ましい。

【0041】また前記第一の浄化装置は、流動物と気体との接触性を高める通路を形成する気体接触器をさらに有し、流動手段は少なくとも気体接触器の通路内に汚染物を流動させる手段であることが、好気性微生物を用いる場合において、系内の酸素濃度を高める上で好ましい。

【0042】前述したような第一の浄化装置は、浄化対象である汚染物の形態に応じて、種々の好ましい形態を取り得る。例えば汚染物が汚染土壌である場合では、槽内において水平方向に設けられた回転軸と、この回転軸に対して直交して設けられる筒状体と、この筒状体内に流動土壌と気体との接触性を高める通路を形成する固気接触器などを有する構成が挙げられ、さらにこれらの構成の形態によって、種々の好適な形態を取り得る。

【0043】より具体的には、汚染物が汚染土壌である場合の第一の浄化装置としては、両端が開放されている前記筒状体を用い、この筒状体への汚染土壌の、分解反応槽からの供給及び分解反応槽への排出を繰り返す構成が挙げられ、前記流動手段は少なくとも分解反応槽内において水平方向に設けられる回転軸及びこの回転軸に直交して設けられ回転軸の回転に伴って槽内の汚染土壌を端部ですくう筒状体であり、前記気体接触器は筒状体内に前記通路を形成する固気接触器である構成が挙げられる。

【0044】また汚染物が汚染土壌である場合の第一の浄化装置としては、両端が閉塞されている前記筒状体を用い、この筒状体内において汚染土壌を流動させる構成が挙げられ、前記流動手段は少なくとも水平方向に設けられる回転軸であり、前記分解反応槽は前記回転軸に直交して設けられ端部が閉塞しておりかつ内部に汚染土壌を収容可能（例えば端部が開閉自在な構成等）な筒状体であり、前記気体接触器は筒状体内に前記通路を形成す

る固気接触器である構成が挙げられる。

【0045】前述したように、本発明では塩素化合物と微生物との接触性を高める観点から、塩素化合物を物理吸着する吸着材を用いることが好ましいが、汚染物が汚染土壌である場合には、このような吸着材は、汚染土壌と共に流動する形態、例えば粒子状の吸着材であることが好ましく、さらには微生物を表面に有する状態で汚染土壌に添加される粒子状の吸着材であることがより好ましい。

【0046】また汚染物が汚染水である場合の前記第一の浄化装置としては、前記流動手段は酸素供給手段に接続され分解反応槽の底部から気体接触器の通路内に向けて気泡を発生する気泡発生手段であり、前記気体接触器は汚染水中に前記通路を形成する気液接触器であり、前記吸着材は分解反応槽内に固定され気液接触器から出た汚染水の流れを通過させる層状の吸着材である構成が挙げられる。

【0047】また前記第一の浄化装置では、前記吸着材は、塩素化合物の分子寸法に対して1倍以上に相当する孔径分布の細孔を有するゼオライトであることが、塩素化合物の吸着及び微生物の着床を促進する上で好ましく、より具体的には塩素化合物の分子寸法に対して3～5倍に相当する孔径分布の細孔を有する天然ゼオライトが挙げられる。

【0048】前記分解反応槽は、汚染物の形態や物性、及び吸着材の形態等に応じたものであり、収容される微生物の至適温度、収容される微生物の至適環境（嫌気環境や好気環境等）などの、微生物分解反応における至適条件を実現できるものであれば特に限定されない。このような分解反応槽としては、例えば気密自在な反応槽や、回転反応槽等が挙げられる。

【0049】前記温度調整手段は、分解反応槽内の温度を任意に調整でき、分解反応槽に収容される微生物の至適温度を実現できる手段であれば特に限定されない。このような温度調整手段としては、例えば温水や蒸気等の熱媒や、冷水等の冷媒の通路を分解反応槽の外周面に有するジャケットや、槽内に設けられるヒータ、槽内に温水、温風、蒸気等の熱媒を供給する加熱手段等が挙げられ、従来より知られている種々の構成を好適に用いることができる。

【0050】前記流動手段は、分解反応槽内全域又は一部の区域において汚染物を所定方向に流動させる手段であれば特に限定されない。このような流動手段としては、汚染物の形態に応じて選択することが好ましく、例えば汚染物が液状である場合には、所定方向に向けて汚染物の流れを形成するノズル等が挙げられ、例えば汚染物が土壌等の流動性を示す固体状である場合には、分解反応槽において水平方向に設けられる回転軸及びこの回転軸に直交して設けられ回転軸の回転に伴って槽内の汚染土壌を端部ですくう筒状体等のように、両端が開口

している流動通路が周壁によって形成され、この流動通路に汚染物を供給可能かつ傾斜自在な構成や、端部が閉塞され汚染土壌を収容可能な筒状体を自在に傾斜させる構成等が挙げられる。なお前記筒状体の断面形状は円形に限定されず、例えば非円形、矩形、多角形等、種々の形状であっても良い。

【0051】前記吸着材は、前記吸着成分の物性や、汚染物の形態に応じて種々の形態で分解反応槽に収容することができる。吸着材の形態としては、汚染物が流動して吸着材中を通過する形態であっても良いし、汚染物とともに吸着材が流動する形態であっても良い。汚染物が流動して吸着材中を通過する形態としては、例えば吸着成分を少なくとも表面に有する球状の吸着材を互いに固着（例えば接着や焼結等）し、互いの隙間を汚染物の流路とする層状の多孔質体に形成された吸着材や、セラミックペーパーで形成されたハニカム構造体等の支持体の表面に吸着粒子が担持された吸着材等が挙げられる。また汚染物とともに吸着材が流動する形態としては、例えば顆粒や粉等の粒子状の吸着材などが挙げられる。

【0052】前記酸素供給手段は、分解反応槽内に酸素を供給することができる手段であれば特に限定されない。このような酸素供給手段としては、酸素のみを分解反応槽内に供給する手段であっても良いし、空気のように酸素を含む気体を分解反応槽内に供給する手段であっても良い。酸素のみを分解反応槽に供給する手段としては、例えば通気路によって分解反応槽内と接続される酸素ポンプ等が挙げられる。また、酸素を含む気体を分解反応槽に供給する手段としては、例えば通気路によって分解反応槽内と接続されるコンプレッサ等の送風手段などが挙げられる。酸素供給手段は、汚染物との接触性を高める観点から、分解反応槽内に直接酸素又は酸素を含む気体を供給する手段であることが好ましい。

【0053】前記気体接触器は、流動物（汚染物）と気体（酸素や空気等）との接触面積や接触時間を大きくする手段であれば特に限定されない。汚染物と気体との接触面積を大きくするための構成としては、汚染物又は気体（気泡）のいずれかを微細化する構成が挙げられ、汚染物と気体との接触時間を大きくするための構成としては、微細化された汚染物又は気体の流動を遅らせる構成が挙げられ、本発明に用いられる気体接触器は、これらの両方を有することがより好ましい。

【0054】汚染物を微細化する構成としては、汚染物の流動通路において汚染物の流動方向を横切る方向に延出するように設けられる部材が挙げられ、例えば汚染物の流動通路の断面に沿って設けられる格子状部材や網状部材、及びこれらの部材を流動方向に沿って複数段設ける構成等が挙げられる。気泡を微細化する構成としては、複数の細孔を有する気体吹き出し口等の気泡発生手段が挙げられる。

【0055】微細化された汚染物又は気体の流動を遅ら

せる構成としては、汚染物の流動通路において汚染物の流動方向に対して斜め方向に延出するように設けられる部材が挙げられ、例えば汚染物の流動方向に対して斜めに設けられる前記格子状部材、網状部材及び邪魔板等の部材や、これらの部材を流動方向に沿って複数段設ける構成、及び流動通路の壁面を流動方向に対する斜面とする構成等が挙げられる。

【0056】前記気体接触器の具体例としてはクーリングタワーの充てん材を例示することができ、第一の浄化装置では前述した構成の一つ以上を有する気体接触器を用いることにより汚染物と気体との接触性が高まり、汚染物中において塩素化合物を分解する微生物に十分な酸素を供給し、微生物分解反応における好適な条件を整える上でより一層好ましい。

【0057】前記排ガス処理手段は、微生物分解反応に伴い発生するガスを無害化することができる手段であれば特に限定されず、塩素化合物や汚染物に含まれる他の物質等に応じて適切な手段を選択することが好ましい。排ガス中の有害成分を排ガス中から除去するための手法としては、凝集や溶解、吸着、燃焼等の公知の手法を利用することができる。

【0058】このような排ガス処理手段としては、例えば、排ガスを冷却するコンデンサ（冷却器）、排ガス中の所定の成分を分離する気液分離器（例えばアルカリトラップなど）、排ガス中の所定の成分を吸着する吸着剤（例えば活性炭など）が充填されている吸着器等を有する構成が挙げられる。

【0059】前記ヒートポンプは、熱媒と冷媒とを同時に生成することのできる手段であれば特に限定されないが、媒体としては一般に水が用いられる。ヒートポンプで生成した熱媒及び冷媒の用途は特に限定されないが、熱媒は主に分解反応槽の温度調整に用いられ、冷媒は主に前記コンデンサの冷却液に用いられることが好ましい。このようなヒートポンプとしては、例えば炭酸ガスをポンプ用冷媒とし、90℃の温水と14℃以下の冷水とを同時に生成するヒートポンプが挙げられる。

【0060】また第一の浄化装置では、分解反応槽で発生するガスの一部を分解反応槽に還気しても良い。このような構成としては、例えば分解反応槽と前記酸素供給手段の通気路とを接続する還気用通気路等が挙げられる。このような構成によれば、微生物分解反応系内における気体の条件を維持する上で好ましい。

【0061】また第一の浄化装置では、微生物分解反応の進行の監視や好適な条件を維持する観点から、分解反応槽内における汚染物の温度を検出する温度検出手段や、汚染物のpHを検出するpH検出手段や、汚染物中の溶存酸素濃度を検出する酸素濃度検出手段等の各種検出手段を汚染物の形態等に応じて設けても良い。なお第一の浄化装置では、後述する第二の浄化装置における酸素除去手段を利用することで、嫌気性微生物によって汚

染物を浄化することが可能である。

【0062】本発明は、前記第二の浄化方法を実現する好適な構成として、塩素化合物を含む汚染物を微生物により分解して浄化する汚染物の浄化装置であって、汚染物中の塩素化合物を分解する脱塩素用微生物及び汚染物を少なくとも収容して汚染物から塩素を除去する脱塩素用攪拌槽と、脱塩素用攪拌槽内の温度を調整する脱塩素用温度調整手段と、塩素が除去された汚染物中の化合物を分解する化合物分解用微生物及び塩素が除去された汚染物を少なくとも収容して前記化合物を分解する化合物分解用攪拌槽と、化合物分解用攪拌槽内の温度を調整する化合物分解用温度調整手段とを有し、脱塩素用微生物は至適温度が60℃以上の脱塩素用微生物であり、かつ化合物分解用微生物は至適温度が65℃以上の化合物分解用微生物である汚染物の浄化装置（以下、「第二の浄化装置」ともいう）を提供する。

【0063】＜第二の浄化装置＞前記第二の浄化装置は、脱塩素用攪拌槽と脱塩素用温度調整手段とを有することから、脱塩素工程を所望の温度条件下で行うことが可能となる。また、前記第二の浄化装置は、化合物分解用攪拌槽と化合物分解用温度調整手段とを有することから、化合物分解工程を所望の温度条件下で行うことができ、用いる微生物の至適温度に応じた脱塩素工程及び化合物分解工程を行うことが可能となる。

【0064】また前記第二の浄化装置は、嫌気性微生物を用いた脱塩素工程と好気性微生物を用いた化合物分解工程とを実現する手段として、脱塩素用微生物が嫌気性微生物であり、かつ前記化合物分解用微生物が好気性微生物であり、脱塩素用攪拌槽内の酸素を除去する酸素除去手段と、化合物分解用攪拌槽内に酸素を供給する化合物分解用酸素供給手段とを有することが好ましい。

【0065】前記構成によれば、酸素が除去される所望の温度条件下で脱塩素工程を行うことができることから、嫌気性微生物を用いた脱塩素工程を好適に実現することが可能となる。また、前記構成によれば、酸素が十分に供給される所望の温度条件下で化合物分解工程を行うことができることから、好気性微生物を用いた化合物分解工程を好適に実現することが可能となる。

【0066】また、前記第二の浄化装置は、前記脱塩素用排ガス処理工程を実現するための手段として、脱塩素用攪拌槽から排出されるガスを処理する脱塩素用排ガス処理手段を有することが好ましい。このような構成によれば、脱塩素工程に伴い発生する塩素ガスなどの有害ガスに起因する環境への影響等を防止することが可能となる。

【0067】また、前記第二の浄化装置は、脱塩素用攪拌槽内の温度を検出する脱塩素用温度検出手段と、脱塩素用攪拌槽内の酸素濃度を検出する脱塩素用酸素濃度検出手段とを有することが、脱塩素工程における脱塩素反応を追跡し、脱塩素反応の好適な反応条件を確認し、好

適な脱塩素反応を再現する上で好ましい。

【0068】また、前記第二の浄化装置は、汚染物が汚染水である場合では、脱塩素用攪拌槽内のpHを検出する脱塩素用pH検出手段をさらに有することが、脱塩素反応の好適な反応条件を確認し、好適な脱塩素反応を再現する上でより好ましい。

【0069】また、前記第二の浄化装置は、化合物分解用攪拌槽内の温度を検出する化合物分解用温度検出手段と、化合物分解用攪拌槽内の酸素濃度を検出する化合物分解用酸素濃度検出手段とを有することが、化合物分解工程における分解反応を追跡し、化合物分解反応の好適な反応条件を確認し、好適な化合物分解反応を再現する上で好ましい。

【0070】また、前記第二の浄化装置は、汚染物が汚染水である場合では、化合物分解用攪拌槽内のpHを検出する化合物分解用pH検出手段を有することが、化合物分解反応の好適な反応条件を確認し、好適な化合物分解反応を再現する上でより好ましい。以下、前記第二の浄化装置について、さらに詳しく説明する。

【0071】前記脱塩素用攪拌槽は、汚染物及び脱塩素用微生物を収容して、好適な反応が行われるようにこれらを攪拌する攪拌手段を有する反応槽であれば良い。脱塩素用攪拌槽は、脱塩素工程に用いられる微生物の種類等によって適切な構成のものを用いれば良く、酸素が除去された条件下で嫌気性微生物を用いて脱塩素工程を行う場合では、気密性を有するものが好ましい。

【0072】また、脱塩素用攪拌槽における攪拌手段は、汚染物と脱塩素用微生物とを十分に攪拌できるものであれば良い。この攪拌手段は、汚染物の形態によって適切なものを選択することが好ましい。攪拌手段には、かくはん型、タービン型、プロペラ型などの攪拌羽根を有するものを例示することができ、汚染物の形態によって、固体物同士の混合や液体の攪拌、スラリーの攪拌、気液の攪拌等、攪拌対象に好適な攪拌手段を選択すれば良い。なお攪拌手段には前述した流動手段を用いても良い。

【0073】前記化合物分解用攪拌槽も、脱塩素用攪拌槽と同様の構成とすることができ、化合物分解工程に用いられる微生物の種類や汚染物の形態等によって適切な構成のものを用いれば良い。

【0074】前記脱塩素用温度調整手段は、脱塩素用攪拌槽内の温度を、用いる脱塩素用微生物の至適温度に調整できる手段であれば特に限定されず、第一の浄化装置における温度調整手段を用いることができる。また、化合物分解用温度調整手段も、化合物分解用攪拌槽内の温度を、用いる化合物分解用微生物の至適温度に調整できる手段であれば特に限定されず、第一の浄化装置における温度調整手段を用いることができる。

【0075】前記酸素除去手段は、攪拌槽内の酸素を除去できる手段であれば良い。このような酸素除去手段に

は、従来より知られている種々の手段を用いることができ、例えば、槽内を減圧する真空ポンプ等の減圧手段、酸化鉄等の脱酸素剤を槽内に投入するホッパ等の脱酸素剤投入手段、槽内の雰囲気窒素ガスをアルゴン等の不活性ガスなどに置換するガス導入手段等を例示することができ、これらを単独で、又は二種以上を用いることができる。

【0076】前記化合物分解用酸素供給手段は、攪拌槽内に酸素を供給することができる手段であれば良い。このような化合物分解用酸素供給手段は、前述した酸素供給手段と同様、酸素ポンプと攪拌槽を接続するなど酸素のみを供給する手段であつても良いし、攪拌槽内に空気を送るコンプレッサ等の送風手段であつても良い。また、化合物分解用酸素供給手段は、汚染物の攪拌を補助する手段を兼ねていても良く、このような化合物分解用酸素供給手段としては、攪拌槽の底部付近に開口する酸素吹き出し口を有する手段を例示することができる。

【0077】なお、酸素除去手段における窒素ガスのバージや、化合物分解用酸素供給手段のように、気体を槽内底部付近から供給する場合では、汚染物の攪拌にも利用することが可能となり、槽内の雰囲気窒素ガスをより均一にする上で好ましい。

【0078】前記脱塩素用排ガス処理手段は、脱塩素用攪拌槽から排出される排ガスを無害化することができる手段であれば良く、排出されるガスの種類によって適切なものを用いれば良い。このような脱塩素用排ガス処理手段としては、例えば前述した排ガス処理手段と同様の構成を用いることができ、排出されるガスの種類によって前記吸着剤等を適宜選択すれば良い。

【0079】前記脱塩素用温度検出手段は、脱塩素用攪拌槽内、すなわち微生物反応による脱塩素が行われている系内の温度を検出する手段であれば特に限定されず、公知の手段を用いることができるが、汚染物の形態によって適当なものを選択することが好ましい。また、前記化合物分解用温度検出手段も化合物分解用攪拌槽内、すなわち微生物反応による化合物分解が行われている系内の温度を検出する手段であれば良く、脱塩素用温度検出手段と同様の構成を用いることができる。

【0080】なお本発明において温度検出手段については槽内に設けられることが好ましいが、必ずしも槽内に設けられていなくても良く、例えば汚染物が汚染土壌等の固体物である場合では、排ガスの温度変動を起こす構成要素（例えば排ガス処理用の冷却器等）よりも上流側であれば槽内より下流側の任意の位置に設けても良い。

【0081】前記脱塩素用酸素濃度検出手段は、脱塩素用攪拌槽内の酸素濃度を検出する手段であれば特に限定されない。ここで本発明では槽内の酸素濃度とは系内の酸素濃度をいい、汚染物が土壌等の固体物である場合では槽内の酸素濃度をいい、汚染物が汚水等の液体である場合では汚染物中の溶存酸素濃度をいう。したがって脱



塩素用酸素濃度検出手段は、汚染物の形態によって適当な手段を選択することが好ましい。また、前記化合物分解用酸素濃度検出手段も化合物分解用攪拌槽内の酸素濃度を検出する手段であれば良く、脱塩素用酸素濃度検出手段と同様の構成を用いることができる。

【0082】なお本発明において酸素濃度検出手段については槽内に設けられることが好ましいが、必ずしも槽内に設けられていなくても良く、例えば汚染物が汚染土壌等の固体物である場合には、排ガス中の酸素濃度に変動を起こす構成要素（例えば排ガス中における所定の成分を吸着する吸着器等）よりも上流側であれば槽内より下流側の任意の位置に設けても良い。

【0083】前記脱塩素用pH検出手段は、汚染物が汚水等の液状である場合に好適に用いられ、脱塩素用攪拌槽内のpHを検出する手段であれば特に限定されず、ガラス電極を用いるpHセンサ等の公知の手段を用いることができる。また、前記化合物分解用pH検出手段も、化合物分解用攪拌槽内のpHを検出する手段であれば良く、脱塩素用pH検出手段と同様の構成を用いることができる。

【0084】前記第三の浄化装置では、脱塩素用攪拌槽と化合物分解用攪拌槽とがそれぞれ独立して設けられていることが浄化作業を連続して効率良く行う上で好ましく、一方では浄化装置の小型化の観点から、一体の攪拌槽を脱塩素用攪拌槽及び化合物分解用攪拌槽として用いることも可能である。また前記第二の浄化装置における攪拌槽には、前述した第一の浄化装置と同じ又は同様の吸着材を収容しても良い。

【0085】なお、前述した本発明の浄化装置には、前述した手段等の他にも、分解反応槽から次段へ、又は脱塩素用攪拌槽から化合物分解用攪拌槽へ汚染物を搬送する搬送手段や、分解によって浄化された汚染物を滅菌する滅菌手段、分解反応槽や攪拌槽内の圧力を検出する圧力検出手段等を適宜設けることが好ましい。

【0086】搬送手段としては、汚染物が土壌等の固体物である場合にはスクリーコンベアなどの固体物搬送手段、汚染物が汚水等の液体である場合にはポンプなどの液体搬送手段を例示することができる。また、滅菌手段については、例えばオゾン注入による殺菌手段、次亜塩素酸ナトリウム溶液などの殺菌剤注入による殺菌手段、加熱や乾燥、紫外線等の照射などにより汚染物を除菌する手段を用いることができ、好適な手段としては、マイクロウェーブ加熱滅菌乾燥装置等を例示することができる。圧力検出手段については、系内の雰囲気によって適当な材質のものを選択することが好ましく、ブルドン管圧力計等の公知の手段を例示することができる。

【0087】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を説明する。まず、浄化装置として前述した第二の浄化装置を用い、脱塩素用微生物として嫌気性微生物を用い、化合

物分解用微生物として好気性微生物を用い、汚染物としてダイオキシン類等の塩素化合物を含有する汚染土壌を浄化するための本発明の一実施の形態について説明する。

【0088】＜第1の実施の形態＞本実施の形態における浄化装置は、図1に示すように、脱塩素用攪拌槽1と化合物分解用攪拌槽2と、マイクロウェーブ加熱滅菌乾燥装置3とが設けられている。脱塩素用攪拌槽1と化合物分解用攪拌槽2は搬送手段であるスクリー型コンベア4で接続されており、脱塩素用攪拌槽1から化合物分解用攪拌槽2へ汚染土壌を搬送するように構成されている。また、化合物分解用攪拌槽2とマイクロウェーブ加熱滅菌乾燥装置3はスクリー型コンベア5で接続されており、化合物分解用攪拌槽2からマイクロウェーブ加熱滅菌乾燥装置3へ土壌を搬送するように構成されている。

【0089】脱塩素用攪拌槽1には、槽内の温度を調整する温度調整手段6と、槽内の汚染土壌を攪拌する固相攪拌装置7と、脱塩素用攪拌槽1内を窒素に置換するための窒素供給手段8と、脱塩素用攪拌槽1から排出されるガスを処理するための脱塩素用排ガス処理手段9と、槽内の温度を検出する温度検出手段10と、槽内の酸素濃度を検出する酸素濃度検出手段11とが設けられている。

【0090】化合物分解用攪拌槽2には、槽内の温度を調整する温度調整手段6と、槽内の汚染土壌を攪拌する固相攪拌装置7と、化合物分解用攪拌槽2内に空気を導入するための空気供給手段14と、化合物分解用攪拌槽2から排出されるガスを処理するための化合物分解用排ガス処理手段15と、槽内の温度を検出する温度検出手段10と、槽内の酸素濃度を検出する酸素濃度検出手段11とが設けられている。

【0091】脱塩素用攪拌槽1及び化合物分解用攪拌槽2は、共に気密性を有し密閉自在な槽である。脱塩素用攪拌槽1は、脱塩素微生物として嫌気性微生物を用いることから、系内の雰囲気を持し系内への酸素の流入を防止するために気密性を有する構造とされている。また、化合物分解用攪拌槽2は、化合物分解用微生物として好気性微生物を用いることから、外部からの空気の流入があってもさほどの影響を受けないが、系内の酸素濃度を一定に保つことが好ましい観点から気密性を有する構造とされている。

【0092】マイクロウェーブ加熱滅菌乾燥装置3は、処理土壌中の化合物分解用微生物を滅菌するための手段である。したがって化合物分解用微生物を滅菌できる手段であれば、上記の装置に限定されない。

【0093】温度調整手段6は、脱塩素用攪拌槽又は化合物分解用攪拌槽の外周に設けられたジャケットであり、温水又は蒸気を通して攪拌槽内の汚染土壌を加熱するための手段である。

【0094】窒素供給手段8は、脱塩素用攪拌槽1内の酸素を除去するための酸素除去手段の一つであり、窒素ポンプ8aと、窒素ポンプ8aに接続され脱塩素用攪拌槽1内の底部に開口する窒素供給管8bと、窒素ポンプ8a及び窒素供給管8bの間に介在するエジェクタ8cとを有している。

【0095】脱塩素用排ガス処理手段9は、脱塩素用攪拌槽1から排出されるガスを処理して無害化するための手段であり、コンプレッサ9aと、排出ガスを冷却する冷却器（コンデンサ）9bと、排ガス成分を液体と気体とに分離するための気液分離器9cと、脱塩素剤又は脱塩素部材（例えばアルカリ剤添着フィルタ等）が充填された吸着器9dと、処理ガスを加湿する加湿装置9eとを有している。加湿装置9eとエジェクタ8cとは接続されており、加湿後の処理ガスを脱塩素用攪拌槽1へ供給する構成とされている。

【0096】なお、加湿装置9eは、脱塩素用微生物に嫌気性微生物を用いること、及び嫌気性微生物が湿潤環境を好むことから、系内を所定の湿度に保つための加湿手段であり、系内を所定の湿度に保つことのできる加湿手段であれば特に限定されず、従来より知られている種々の加湿手段を用いることができる。

【0097】温度検出手段10は、脱塩素用攪拌槽1内に収容された汚染土壌の温度、及び化合物分解用攪拌槽2内に収容された汚染土壌の温度を検出するための温度計である。

【0098】酸素濃度検出手段11は、脱塩素用攪拌槽1内の酸素濃度、及び化合物分解用攪拌槽2内の酸素濃度を検出するための酸素センサである。

【0099】空気供給手段14は、化合物分解用攪拌槽2内に酸素を供給するための化合物分解用酸素供給手段であり、空気供給源14aと、空気供給源14aに接続され化合物分解用攪拌槽2内の底部に開口する空気供給管14bと、空気供給源14a及び空気供給管14bの間に介在するコンプレッサ14cとを有している。なお、空気供給源14aは、空気（酸素）が充填されたボンベであっても良いし、大気中から空気（酸素）を取り入れる空気取り入れ口であっても良い。

【0100】化合物分解用排ガス処理手段15は、化合物分解用攪拌槽2から排出されるガスを処理するための手段である。化合物分解用排ガス処理手段15は化合物分解用攪拌槽2と接続されており、必要に応じて排出ガスを処理、又は放出する。化合物分解用排ガス処理手段15からの排気経路は、空気供給手段14のコンプレッサ14cよりも上流側に接続しており、排気ガスの一部を化合物分解用攪拌槽2へ供給する構成とされている。

【0101】次に、本実施の形態における浄化装置を用いて、汚染土壌を浄化する本発明の浄化方法（前記第二の浄化方法）における一実施の形態を説明する。まず、脱塩素用攪拌槽1に汚染土壌を投入する。

【0102】汚染土壌を脱塩素用攪拌槽1に投入したら、温度調整手段6によって脱塩素用攪拌槽1内を、用いる嫌気性微生物の至適温度まで加熱し、脱塩素用攪拌槽1内を前記至適温度に維持する。脱塩素用攪拌槽1内の温度は温度検出手段10によって測定する。温度検出手段10による槽内の温度測定は、加熱開始から脱塩素反応終了まで行われる。

【0103】脱塩素用攪拌槽1内が至適温度に維持されたら、脱塩素用攪拌槽1内に脱酸素剤（例えば酸化鉄など）を投入し、固相用攪拌装置7を作動して攪拌しながら槽内の酸素を排除する。脱塩素用攪拌槽1内の酸素濃度は酸素濃度検出手段11によって測定する。酸素濃度検出手段11による槽内の酸素濃度測定は、脱酸素剤を槽内に投入したときから脱塩素反応終了まで行われる。なお脱酸素剤の投入により発熱を伴う場合では温度調整手段6の昇温加熱量を抑えることで槽内の温度調整を行う。

【0104】なお脱酸素は脱塩素用攪拌槽1を減圧にすることで行っても良い。このような場合では図示しない真空ポンプ等の減圧手段によって脱酸素が行われる。この減圧手段は、脱塩素用攪拌槽1に直接接続されていても良いし、脱塩素用排ガス処理手段9内に組み込まれていても良い。この場合では攪拌槽を気密に構成する必要がある。

【0105】脱酸素の後に、窒素供給手段8から脱塩素用攪拌槽1内に窒素を供給し、槽内に窒素をバージして槽内を窒素雰囲気置換する。このとき槽内の圧力が外気に比べてわずかに加圧となるように窒素を供給する。窒素の供給は、脱塩素反応終了まで行われ、その間系内を無酸素雰囲気維持する。

【0106】脱塩素用攪拌槽1内の圧力は、脱塩素用攪拌槽1に設けられた圧力計（図示せず）によって測定する。この圧力測定は、槽内への大気の侵入防止を確認する上で行われる。この圧力計による槽内の圧力測定は、窒素供給の開始から脱塩素反応終了まで行われる。

【0107】温度、酸素濃度が所望の条件に整ったら、嫌気性微生物（例えばClostridium pasteurianum、至適温度：60℃）を培地（例えばおがくずと酢酸等）と共に脱塩素用攪拌槽1に投入する。嫌気性微生物の投入により、汚染土壌の脱塩素反応が開始する。

【0108】脱塩素反応に伴い、脱塩素用攪拌槽1では、窒素ガス、水蒸気成分、塩素ガス及びメタンガス等のガスが発生する。これらのガスは脱塩素用排ガス処理手段9で処理される。排ガス処理の一例を挙げるならば、水蒸気成分は冷却器9bで冷却され、凝結した水分や、気液分離器9cに収容される液体に吸収される所定のガス成分が気液分離器9cで分離される。塩素ガスは吸着器9dで脱塩素剤に吸着される。メタンガスはアミン類に吸収させることができるが、本実施の形態ではメタンガスに対する処理手段は特に設けていない。

【0109】処理ガスは加湿装置 9e で加湿され、エジェクタ 8c から窒素供給手段 8 に供給される。このように脱塩素工程の排ガスは処理されて再び系内に還気される。再利用のサイクルで損失された窒素ガス分を窒素ボンベ 8a から補充する。

【0110】所定時間毎など、必要に応じて脱塩素用攪拌槽 1 内の汚染土壌をサンプリングし、サンプル土壌中の脱塩素用微生物の個数濃度及び基質濃度（塩素化合物濃度）を測定し、基質分解率を解析する。

【0111】汚染土壌の脱塩素反応の終了が確認されたら、スクリュウ型コンベア 4 を作動させ、脱塩素用攪拌槽 1 から化合物分解用攪拌槽 2 に脱塩素処理した汚染土壌を搬送する。化合物分解用攪拌槽 2 への土壌の搬送が終了したら、脱塩素用攪拌槽 1 が空になったことを確認し、新規の汚染土壌を脱塩素用攪拌槽 1 に投入し、上記の操作を繰り返す。

【0112】化合物分解用攪拌槽 2 に汚染土壌が搬送されたら、温度調整手段 6 によって化合物分解用攪拌槽 2 内を、用いる好気性微生物の至適温度まで加熱し、化合物分解用攪拌槽 2 内を前記至適温度に維持する。化合物分解用攪拌槽 2 内の温度は温度検出手段 10 によって測定する。温度検出手段 10 による槽内の温度測定は、加熱開始から分解反応終了まで行われる。

【0113】化合物分解用攪拌槽 2 内が至適温度に維持されたら攪拌を開始し、化合物分解用攪拌槽 2 内へ空気供給手段 14 によって空気を圧入して槽内の酸素濃度を気圧成分値で維持する。化合物分解用攪拌槽 2 内の酸素濃度は酸素濃度検出手段 11 によって測定する。酸素濃度検出手段 11 による槽内の酸素濃度測定は、空気の圧入から分解反応終了まで行われる。

【0114】また、化合物分解用攪拌槽 2 内の圧力は、化合物分解用攪拌槽 2 に設けられた圧力計（図示せず）によって測定する。この圧力計による槽内の圧力測定は、脱塩素用攪拌槽におけるそれとは異なり大気の侵入防止の意義はないが、槽内の酸素濃度を確認する意味で行われ、空気の圧入から分解反応終了まで行われる。

【0115】至適温度が確立し、酸素濃度が大気圧成分濃度になったことを確認したら、好気性微生物（例えば御堂筋菌、至適温度：65℃）と培地（例えばおがくず又は米ぬかなど）を化合物分解用攪拌槽 2 に投入する。好気性微生物の投入により、汚染土壌中の前記化合物の分解反応が開始する。

【0116】分解反応に伴い、化合物分解用攪拌槽 2 では、空気や水蒸気成分などのガスが発生する。これらのガスは化合物分解用排ガス処理手段 15（例えば活性炭が吸着剤として充填されている吸着器など）で処理し、一部を大気中に排出し、大部分の処理ガスを空気供給手段 14 に還気する。

【0117】所定時間毎など、必要に応じて化合物分解用攪拌槽 2 内の汚染土壌をサンプリングし、サンプル土

壌中の化合物分解用微生物の個数濃度及び基質濃度（前記化合物濃度）を測定し、基質分解率を解析する。

【0118】所定の分解率を確認した後、スクリュウ型コンベア 5 を作動して、処理土壌を化合物分解用攪拌槽 2 からマイクロウェーブ加熱滅菌乾燥装置 3 に搬送して滅菌、乾燥し、浄化処理土壌として排出する。以上の操作を繰り返し、連続して汚染土壌を浄化する。

【0119】本実施の形態における浄化装置は、脱塩素用微生物に至適温度が 60℃ の嫌気性微生物を用い、化合物分解用微生物に至適温度が 65℃ の好気性微生物を用いることから、微生物による塩素化合物を含む汚染土壌の浄化速度がより向上し、前記汚染土壌の工業的な浄化が可能である。また、常温菌に比べて至適温度の高い微生物を用いることから、雑菌の作用が除かれ、微生物反応をより容易に純化することが可能であり、再現性の高い汚染土壌の浄化が可能である。

【0120】また、本実施の形態における浄化装置は、脱塩素用攪拌槽 1 と化合物分解用攪拌槽 2 を直列に接続する構成としたことから、脱塩素反応と分解反応を同時に行うことができ、汚染土壌の連続処理が可能であり、汚染土壌を効率よく浄化することができる。

【0121】また、本実施の形態における浄化装置は、脱塩素用微生物に嫌気性微生物を用い、化合物分解用微生物に好気性微生物を用い、かつ脱塩素工程を化合物分解用工程よりも先に行うことから、塩素化合物による化合物分解用微生物の不活化を抑制でき、また工程間において滅菌工程を設けなくても各工程における微生物反応を純化することができ、より簡易な工程及び構成で効率よく汚染土壌の浄化を行うことができる。

【0122】また、本実施の形態における浄化装置は、脱塩素工程において、窒素パージにより主に酸素が除かれた系内を形成したが、その際に、窒素ガスの供給により系内を加圧状態に維持するため、外部からの空気の流入が防止され、嫌気性微生物の活動に好適な環境をより確実に形成することができる。

【0123】また、本実施の形態における浄化装置は、脱塩素用及び化合物分解用排ガス処理手段 9、15 で処理ガスをそれぞれ窒素供給手段 8 及び空気供給手段 14 に還気する構成としたことから、排ガスの排出による環境への影響をより低減することができ、かつ排ガスの再利用をしない場合に比べて微生物の活動に好適な環境を安定して形成することができる。

【0124】また、本実施の形態における浄化装置は、脱塩素工程における排ガス処理工程で、処理ガスを加湿して窒素供給手段 8 に還気する構成としたことから、脱塩素用攪拌槽 1 内の湿度調整が可能になり、脱塩素用微生物として用いた嫌気性微生物の活動に好適な環境を形成、維持することができる。なお、供給される窒素ガスを加湿する本実施形態の構成は、汚染土壌の均一な湿度調整を行う上でより一層効果的である。



【0125】また、本実施の形態における浄化装置は、脱塩素工程及び化合物分解工程において、それぞれの槽内底部から気体を供給する構成としたことから、汚染土壌の攪拌効率がより向上し、槽内の好適な雰囲気をより均一に保つのに効果的である。

【0126】また、本実施の形態における浄化方法では、脱塩素工程及び化合物分解工程でサンプリングしたサンプル土壌のデータから、微生物による基質の分解に関するデータを蓄積することができ、このデータから、微生物による汚染土壌の分解機構を解明することができる。またこれを利用することにより、汚染土壌の好適な浄化の再現性をより一層向上させることができる。

【0127】＜第2の実施の形態＞本実施の形態では、浄化装置として前述した第二の浄化装置を用い、脱塩素用微生物に嫌気性微生物を用い、化合物分解用微生物に好気性微生物を用い、汚染物としてダイオキシン類等の塩素化合物を含有する汚染水を浄化するための本発明の一実施形態について説明する。

【0128】本実施の形態における浄化装置は、図2に示すように、液体の攪拌に適した液相用攪拌装置27を有する脱塩素用攪拌槽21と、同じく液相用攪拌装置27を有する化合物分解用攪拌槽22とを有している。両攪拌槽はポンプを介して接続されており、脱塩素用攪拌槽21から化合物分解用攪拌槽22へ汚染水を送るよう構成されている。

【0129】脱塩素用攪拌槽21は、pH検出手段23と、脱塩素用排ガス処理手段29とを有する他は、前述した第1の実施の形態における脱塩素用攪拌槽と同様に構成されている。また化合物分解用攪拌槽22も、pH検出手段23と、化合物分解用排ガス処理手段25とを有する他は、前述した第1の実施の形態における化合物分解用攪拌槽と同様に構成されている。なお、酸素濃度検出手段11は、槽内における汚染水の溶存酸素濃度を検出するように設けられている。

【0130】pH検出手段23は、脱塩素用攪拌槽21内に収容された汚染水、及び化合物分解用攪拌槽22内に収容された汚染水のそれぞれのpHを検出するためのpHセンサである。

【0131】脱塩素用排ガス処理手段29は、コンプレッサ9aと加湿装置9eを有さず、気液分離器9cで分離された液体を脱塩素用攪拌槽21に送るよう構成されている他は、前述した第1の実施の形態における脱塩素用排ガス処理手段9と同様に構成されている。また、化合物分解用排ガス処理手段25は、冷却器9bと、気液分離器9cとを有し、気液分離器9cで分離された液体を化合物分解用攪拌槽22に送るよう構成されている。

【0132】次に本実施の形態における浄化装置を用いて汚染水を浄化する、本発明の浄化方法（前述した第二の浄化方法）における一実施の形態を説明する。まず、

脱塩素用攪拌槽21に汚染水を投入する。

【0133】汚染水を脱塩素用攪拌槽21に投入したら、温度調整手段6によって脱塩素用攪拌槽21内を、用いる嫌気性微生物の至適温度まで加熱し、脱塩素用攪拌槽21内を前記至適温度に維持する。脱塩素用攪拌槽21内の温度については、温度検出手段10により、加熱開始から反応終了まで測定する。

【0134】また、pH検出手段23によって汚染水のpHを加熱開始から反応終了まで測定する。なお、汚染水のpHが脱塩素用微生物の活動に不適な場合は、酸やアルカリ、及び緩衝液などの公知のpH調整剤により、汚染水のpHを調整しても良い。

【0135】脱塩素用攪拌槽21内が至適温度に維持されたら、脱塩素用攪拌槽21内に脱酸素剤（例えば亜硫酸ナトリウム水溶液など）を投入し、液相用攪拌装置27を作動して攪拌しながら槽内の酸素を排除する。脱塩素用攪拌槽21における汚染水の溶存酸素濃度については、酸素濃度検出手段11により、脱酸素剤の投入から反応終了まで測定する。

【0136】至適温度が確立し、溶存酸素濃度の低下を確認後、窒素ガスを攪拌槽内にバブリングして、水と窒素ガスの密度の差で汚染水をリフト攪拌する。窒素ガスの供給は反応終了まで行われる。

【0137】なお、汚染水を処理する場合は、汚染水の溶存酸素濃度が下がれば良いことから、減圧手段を用いるよりも前述したような脱酸素剤を用いて系内の脱酸素を行う方が好ましい。また攪拌槽内を特に加圧状態にしなくても良いが、槽内への酸素の吸い込みを防止する上で、外気に対して窒素ガスをやや加圧になるように供給することが好ましい。

【0138】温度、溶存酸素濃度、及びpHが所望の条件に整ったら、培地（例えば酢酸水溶液など）と嫌気性微生物（例えば*Clostridium pastorianum*、至適温度：60℃）を脱塩素用攪拌槽21に投入する。嫌気性微生物の投入により汚染水の脱塩素反応が開始する。

【0139】脱塩素用攪拌槽21からは、脱塩素反応に伴い、窒素ガス、溶液のミスト、蒸気成分、及び塩素ガス等のガスが発生する。これらのガスは脱塩素用排ガス処理手段29で処理される。排ガスは、冷却器9bで冷却されて蒸気成分などが気液分離する。気液分離した気体成分は、吸着器9dによって脱塩素がなされ、脱塩素された気体成分は窒素供給手段8に還気される。一連のサイクルで損なわれた分については、窒素ポンプ8aから窒素ガスが補充される。気液分離した液体成分は気液分離器9cで集められ、脱塩素用攪拌槽21に送られる。

【0140】所定時間毎など、必要に応じて脱塩素用攪拌槽21内の汚染水をサンプリングし、サンプル汚染水中の脱塩素用微生物の個数濃度及び基質濃度（塩素化合物濃度）を測定し、基質分解率を解析する。

【0141】汚染水の脱塩素反応の終了が確認されたら、ポンプを作動して、脱塩素用攪拌槽 21 から化合物分解用攪拌槽 22 へ汚染水を送液する。化合物分解用攪拌槽 22 への汚染水の送液が終了したら、脱塩素用攪拌槽 21 が空になったことを確認し、新規の汚染水を脱塩素用攪拌槽 21 に投入し、上記の操作を繰り返す。

【0142】化合物分解用攪拌槽 22 に汚染水が送液されたら、温度調整手段 6 によって化合物分解用攪拌槽 22 内を、用いる好気性微生物の至適温度まで加熱し、化合物分解用攪拌槽 22 内を前記至適温度に維持する。化合物分解用攪拌槽 22 内の温度については、温度検出手段 10 により、加熱開始から反応終了まで測定する。また、pH 検出手段 23 によって化合物分解用攪拌槽 22 内の汚染水の pH を反応終了まで測定する。

【0143】化合物分解用攪拌槽 22 内の温度が至適温度に維持されたら攪拌を開始し、化合物分解用攪拌槽 22 内へ空気供給手段 14 によって空気を圧入して、汚染水の溶存酸素濃度を汚染水温度に応じた飽和濃度にする。汚染水の溶存酸素濃度については、酸素濃度検出手段 11 により、空気供給開始から反応終了まで測定する。

【0144】至適温度、pH 及び溶存酸素濃度を確認したら、培地（例えばトリプトソイなど）と好気性微生物（例えば御堂筋菌、至適温度：65℃）を化合物分解用攪拌槽 22 内に投入する。好気性微生物の投入により汚染水中の前記化合物の分解反応が開始する。

【0145】化合物分解用攪拌槽 22 では、分解反応に伴い空気、溶液のミスト、及び蒸気成分などのガスが発生する。これらのガスは化合物分解用排ガス処理手段 25 で処理する。排ガスは冷却器 9b で冷却され、気液分離器 9b で液体成分と可溶気体成分と気体成分とに分離される。気体成分は空気供給手段 14 に還気され、可溶気体成分を含む液体成分は気液分離器 9b から化合物分解用攪拌槽 22 へ供給される。

【0146】所定時間毎など、必要に応じて化合物分解用攪拌槽 22 内の汚染水をサンプリングし、サンプル汚染水中の化合物分解用微生物の個数濃度及び基質濃度（前記化合物濃度）から基質分解率を解析する。

【0147】所定の分解率を確認した後、化合物分解用攪拌槽 22 から処理水を排出する。排出された処理水は、河川等に直接放水される場合などでは、必要に応じて滅菌工程や冷却工程などを経て放水される。下水処理施設へ排水する場合では、特に滅菌工程を行わなくても良い。以上の操作を繰り返し、連続して汚染水を浄化する。

【0148】本実施の形態によれば、第 1 の実施の形態と同様に、液状の汚染物である汚染水を好適に浄化することができる。

【0149】また、本実施の形態では、排ガス処理手段において排ガス中の液体成分を気液分離器 9b から攪拌

槽へ回収する構成としたことから、攪拌槽中の汚染水の濃縮が抑制され、汚染水の各濃度の変動をより抑制することができ、微生物の活動にとって好適な条件を維持する上でより一層効果的である。

【0150】＜第 3 の実施の形態＞本実施の形態では、浄化装置として前述した第一の浄化装置を用い、好気性微生物を用い、汚染物としてダイオキシン類等の塩素化合物を含有する汚染水を浄化するための本発明の一実施形態について説明する。なお前述した実施形態と同様の構成については同じ符号を用い、その説明を省略する。

【0151】本実施の形態における浄化装置は、図 3 に示すように、分解反応槽 31 と、分解反応槽 31 に収容される汚染水に酸素を供給する酸素供給手段である空気供給手段 34 と、分解反応槽 31 から排出されるガスを処理するための排ガス処理手段 35 と、分解反応槽 31 から排出されるガスの一部を空気供給手段 34 に還気する還気用通路 33 と、槽内の温度を検出する温度検出手段 10 と、槽内の酸素濃度を検出する酸素濃度検出手段 11 と、槽内の pH を検出する pH 検出手段 23 とを有する。

【0152】空気供給手段 34 は、コンプレッサ 14c よりも下流側の通路にエジェクタ 8c を有し、槽内において気泡発生手段 32 に接続されている以外は、前述した空気供給手段 14 と同様の構成とされている。また、排ガス処理手段 35 は、気液分離器 9c の液体を槽内に戻す送液路を有さない以外は、前述した脱塩素用排ガス処理手段 29 と同様の構成とされている。また、還気用通路 33 は、通路中にコンデンサ 9b を有し、分解反応槽 31 の上部と空気供給手段 34 のエジェクタ 8c とを接続する通路として構成されている。

【0153】分解反応槽 31 は、気密性を有する反応槽であり、図 4 に示すように、分解反応槽 31 の外側には、槽内の温度を調整するための温度調整手段 6 を有し、汚染水を収容する槽内には、分解反応槽 31 の底部に設けられ空気供給手段 34 に接続される気泡発生手段 32 と、汚染水中にあって気泡発生手段 32 から供給される気泡と汚染水との接触性を高める通路を形成する気液接触器 36 と、気液接触器 36 の外周側に周設され汚染水を通水可能な多孔性の吸着材 37 と、槽内の汚染水をサンプリングするためのサンプリング管 38 とを有している。排ガス処理手段 35 への通路及び還気用通路 33 は、分解反応槽 31 の上部に開口している。

【0154】また本実施形態の浄化装置は、温度調整手段 6 に送られる温水と、排ガス処理手段 35 や還気用通路 33 のコンデンサ 9b に送られる冷水とを同時に生成するヒートポンプ（図示せず）を有している。このヒートポンプは、炭酸ガスを冷媒とするものであり、90℃の温水と 14℃の冷水とを同時に生成する。

【0155】気泡発生手段 32 はエアレーションノズルであり、分解反応槽 31 の底部から上方に向けて気泡

を一方方向に噴出する手段である。気液接触器 36 は、分解反応槽 31 の底部付近から液面付近まで汚染水の通路を形成し、かつこの通路には鉛直方向に対して斜めに延出する斜面が複数形成されている。吸着材 37 は、例えば球状の担体を接着して形成されたドーナツ状の多孔質体であり、担体の表面には、汚染物質の分子寸法に対して 1 倍以上の孔径分布（例えば孔径分布の中心径が 0.6 ~ 10 nm 程度）の細孔を有するゼオライトが担持されている。なお前記担体はゼオライトで形成されていて

【0156】気液接触器 36 の好適な例としては、例えば図 5 に示すフィルム型充てん材が挙げられる。このフィルム型充てん材は、流動物の流路に対して複数の斜面を形成するフィルムを複数枚数重ねたものであり、一枚のフィルムは、山折りと谷折りとで形成されたある蛇腹折り部と、谷折りと山折りとで形成された他の蛇腹折り部と、両方の蛇腹折り部で形成された面同士を、蛇腹折り部の折り目に対して斜めに形成された面で接続する接続面部とを有し、このような形状が平面方向に広がった構成とされている。この充てん材のフィルム間に気泡を

【0157】次に本実施の形態における浄化装置を用いて汚染水を浄化する、本発明の浄化方法（前述した第一の浄化方法）における一実施の形態を説明する。まず、分解反応槽 31 に汚染水を投入する。

【0158】汚染水を分解反応槽 31 に投入したら、温度調整手段 6 によって分解反応槽 31 内を、用いる好気性微生物の至適温度まで加熱し、分解反応槽 31 内を前記至適温度に維持する。分解反応槽 31 内の温度につい

【0159】また、pH 検出手段 23 によって汚染水の pH を加熱開始から反応終了まで測定する。なお、汚染水の pH が微生物の活動に不適な場合は、酸やアルカリ、及び緩衝液などの公知の pH 調整剤により、汚染水の pH を調整しても良い。

【0160】分解反応槽 31 内の温度が至適温度に維持されたら、空気供給手段 34 により微生物の生育に必要な酸素を汚染水に供給する。この空気の供給により気泡発生手段 32 から気泡が発生する。気泡発生手段 32 から気泡を発生させると、気液接触器 36 内を上方向に向けて流れる汚染水の水流が形成される。この水流は気液接触器 36 を通過した後、気液接触器 36 の周囲を降下する水流となり、吸着材 37 を通過後、再び気流発生手段 36 に到達する。このようにして汚染水の循環流が形成され、汚染水中の溶存酸素濃度は汚染水温度に応じた飽和濃度となる。汚染水の溶存酸素濃度については、酸素濃度検出手段 11 により、空気供給開始から反応終了まで測定する。

【0161】汚染水中では、気泡発生手段 32 及び気液接触器 36 によって所定の水流が形成され、溶存酸素濃度が飽和濃度の汚染水が吸着材 37 を通過する。この吸着材 37 に汚染水が通過することで、汚染水中の塩素化合物はゼオライトに物理吸着され、汚染水中における塩素化合物濃度に比べて、吸着材表面 37 における塩素化合物濃度がより高くなる。

【0162】至適温度、pH 及び溶存酸素濃度を確認したら、培地（例えば大豆タンパクやトリプトソイなどの養培）と好気性微生物（例えば御堂筋菌、至適温度：65℃）を分解反応槽 31 内に投入する。好気性微生物の投入により汚染水中の塩素化合物の分解反応が開始する。

【0163】好気性微生物は、汚染水の流れに乗って分解反応槽 31 内を循環するが、吸着材 37 を通過する際に、その一部が吸着材 37 に着床する。一方で前述したように吸着材 37 の表面には塩素化合物が物理吸着しており、吸着材 37 の表面において塩素化合物の微生物分解反応が進行する。すなわち、塩素化合物の濃度が比較的高く、飽和濃度の酸素が供給される状態で塩素化合物の微生物分解反応が行われる。

【0164】分解反応槽 31 では、分解反応に伴い空気、溶液のミスト、及び蒸気成分などのガスが発生する。これらのガスの一部は排ガス処理手段 35 で処理される。排ガスは冷却器 9b で冷却され、気液分離器 9b で液体成分と可溶気体成分と気体成分とに分離される。

【0165】また前記ガスの一部は還気用通気路 33 を通り、冷却器 9b で冷却され、凝集成分と非凝集成分とに分けられた後、エジェクタ 8c に送られ、分解反応槽 31 に再び供給される。

【0166】所定時間毎など、必要に応じて分解反応槽 31 内の汚染水をサンプリング管 38 からサンプリングし、サンプル汚染水中の微生物の個数濃度及び基質濃度（前記化合物濃度）から基質分解率を解析する。

【0167】所定の分解率を確認した後、分解反応槽 31 から処理水を排出する。排出された処理水は、前述したように、河川等に直接放水される場合などでは、必要に応じて滅菌工程や冷却工程などを経て放水される。下水処理施設へ排水する場合では、特に滅菌工程を行わなくても良い。以上の操作を繰り返して、連続して汚染水を浄化する。

【0168】本実施の形態によれば、前述した吸着材の使用及び汚染水の流動によって、汚染物中の塩素化合物とこれを分解する微生物との接触性が吸着材上にてより一層高められることから、汚染水を効率よく浄化することができる。

【0169】また本実施の形態によれば、至適温度の高い好気性微生物を用いることから、常温菌に比べてより速く汚染水を浄化することができ、この微生物による分解反応をより純化でき、さらに系内の雰囲気

ことがより容易になり、汚染水の工業的な浄化という観点からより一層効果的である。

【0170】また本実施の形態によれば、前述した気泡発生手段及び気液接触器を用いることから、微生物分解反応系内における溶存酸素濃度を高める上でより効果的であり、また汚染水中における気泡の上昇に伴い発生する流れによって汚染水を流動させることから、浄化反応における動力を省力化する上でより一層効果的である。

【0171】また本実施の形態によれば、排ガス処理手段におけるコンデンサに供給する冷水、及び温度調整手段に供給する温水を同時に生成するヒートポンプを有することから、浄化装置の構成を簡略化する上でより効果的である。

【0172】また本実施の形態によれば、還気用通路を有することから、微生物の至適条件の安定化と、浄化装置の動力の省力化とを実現する上でより効果的である。

【0173】また本実施の形態によれば、一体の反応槽で汚染水を浄化することができることから、浄化装置の小型化においてより一層効果的である。

【0174】＜第4の実施の形態＞本実施の形態では、浄化装置として前述した第一の浄化装置を用い、好気性微生物を用い、汚染物としてダイオキシン類等の塩素化合物を含有する汚染土壌を浄化するための本発明の一実施形態について説明する。なお前述した実施形態と同様の構成については同じ符号を用い、その説明を省略する。

【0175】本実施の形態における浄化装置は、図6に示すように、分解反応槽41と、分解反応槽41に収容される汚染土壌に酸素を供給する酸素供給手段である空気供給手段44と、分解反応槽41から排出されるガスを処理するための排ガス処理手段35と、槽内の温度を検出する温度検出手段10と、槽内の酸素濃度を検出する酸素濃度検出手段11とを有する。またこの浄化装置はスクリー型コンベア4を介してマイクロウェーブ型加熱滅菌乾燥装置3と接続されている。

【0176】空気供給手段44は、エジェクタを有さない以外は前述した空気供給手段34と同様の構成とされている。

【0177】分解反応槽41は気密性を有する反応槽であり、分解反応槽41の外側には、槽内の温度を調整するための温度調整手段6を有し、槽内には、ギアドモータ等の回転動力源に接続される回転自在な回転軸42と、この回転軸42に固定される複数の筒状体43とを有する。回転軸42は槽内において水平に設けられている。それぞれの筒状体43はその長手方向が回転軸42に対して直交するように設けられており、また軸端から回転軸42の伸長方向に向けて見たときに、隣り合う筒状体が重なり合わないよう、隣り合う筒状体の軸が所定の角度（例えば45°など）で交差するように設けら

れている。

【0178】筒状体43は、回転軸42から分解反応槽41の壁面及び底面までの距離程度の長さがあり、筒状体43の中央部は前述した気液接触器36と同様の構成を有する固気接触器46で構成されており、筒状体43の両端部はフランジを介して接続される円筒部材で構成されている。なお固気接触器46には、汚染土壌の流動性等に応じて、例えば前記フィルムの間隔を調整したり、折り目間隔のより大きいフィルムを使用しても良い。

【0179】また本実施形態の浄化装置は、温度調整手段6に送られる温水と、排ガス処理手段35のコンデンサ9bに送られる冷水とを同時に生成するヒートポンプ（図示せず）を有している。このヒートポンプは、炭酸ガスを冷媒とするものであり、90℃の温水と14℃の冷水とを同時に生成する。

【0180】次に本実施の形態における浄化装置を用いて汚染土壌を浄化する、本発明の浄化方法（前述した第一の浄化方法）における一実施の形態を説明する。まず、汚染土壌を分解反応槽41に投入する。

【0181】汚染土壌を分解反応槽41に投入したら、温度調整手段6によって分解反応槽41内を用いる好気性微生物の至適温度まで加熱し、分解反応槽41内を前記至適温度に維持する。分解反応槽41内の温度については、温度検出手段10により、加熱開始から反応終了まで測定する。

【0182】分解反応槽41内の温度が至適温度に維持されたら、空気供給手段44により微生物の生育に必要な酸素を汚染土壌に供給する。汚染土壌の溶存酸素濃度については、酸素濃度検出手段11により、空気供給開始から反応終了まで測定する。

【0183】一方で、塩素化合物の分子寸法に対して1倍以上に相当する孔径分布の細孔を有するゼオライトの粒子の存在下で好気性微生物（例えば御堂筋菌）を予め培養し、好気性微生物が着床している吸着材を用意する。そして至適温度及び槽内の酸素濃度を確認したら、微生物が着床している吸着材と培地（例えば大豆タンパクやトリプトソイ）とを分解反応槽41に投入する。好気性微生物の投入により汚染土壌中の塩素化合物の分解反応が開始する。

【0184】槽内の汚染土壌及び吸着材は、回転軸42の回転と筒状体43の外周壁によって攪拌され、均一に混合される。汚染土壌と吸着材との混合に伴い、汚染土壌中の塩素化合物が吸着材に物理吸着し、吸着材の表面における塩素化合物の濃度が高まる。なお吸着材は、表面が前記ゼオライトで形成されていればその形態については特に限定されず、前述した第3の実施の形態で示したように、顆粒状等の適当な担体上にゼオライトが持たされたものであっても良い。

【0185】一方で槽内の汚染土壌及び吸着材は、回転

軸42の回転によって筒状体43の一方の開口端から筒状体43内にすくわれる。すくわれた汚染土壌及び吸着材は、回転軸42の回転に伴って傾斜する筒状体43内を流動し、固気接触器46を通過する。固気接触器46は、通路の壁面が斜面を形成していることから、流動する汚染土壌等の流速が連続的に変化し、流動する汚染土壌等と槽内の雰囲気との接触性が向上する。

【0186】すなわち本実施形態の浄化装置では、分解反応槽41内でも分解反応が行われるが、固気接触器46を汚染土壌が通過するときに微生物に酸素が十分に供給されやすく、固気接触器46においてより効率の良い微生物分解反応が行われる。

【0187】固気接触器46を通過した汚染土壌等は、回転軸42の回転に伴い筒状体43の他方の開口端に流動し、一部又は全部が他方の開口端から筒状体外に排出される。他方の開口端は回転軸42の回転に伴い、分解反応槽41内の汚染土壌等をすくい、今度は他端から一端に向けて汚染土壌等が同様に流動する。なお分解に伴い発生するガスの処理については、前述した第3の実施形態と同様である。

【0188】所定時間毎など、必要に応じて分解反応槽41内の汚染土壌をサンプリングし、サンプル汚染土壌中の微生物の個数濃度及び基質濃度（前記化合物濃度）から基質分解率を解析する。

【0189】所定の分解率を確認した後、スクリー型コンベア4によって分解反応槽41から処理土壌を排出する。この処理土壌はマイクロウェーブ加熱滅菌乾燥装置3によって滅菌され、浄化処理土壌が得られる。以上の操作を繰り返し、連続して汚染土壌を浄化する。

【0190】なお本実施の形態では、空気供給手段44又は分解反応槽41に、系内の湿度を調整する加湿手段を設けても良い。このような加湿手段を設けると、微生物の生育条件をより整える上で効果的である。

【0191】また本実施の形態では、槽内の汚染土壌を攪拌するための攪拌羽根を筒状体43同士の間における回転軸42に固定しても良い。このような攪拌羽根を設けると、槽内の汚染土壌をより均一に混合し、かつ汚染土壌と槽内の雰囲気との接触性をより高める上で効果的である。

【0192】また本実施の形態では、筒状体43の端部を加工しても良い。例えば筒状体43の端部を、回転軸42の回転方向側が切り欠かれた形状とすると、槽内の汚染土壌等をすくうのに好ましい。また、筒状体43の端部を、回転軸42の回転方向後方側が切り欠かれた形状とすると、筒状体内の汚染土壌を筒状体内から排出するのに好ましい。

【0193】本実施の形態によれば、吸着材及び微生物が混合した汚染土壌を流動させることによって微生物と酸素との接触性を高め、汚染物中の塩素化合物とこれを分解する微生物との接触性が吸着材上にてより一層高め

られることから、汚染土壌を効率よく浄化することができる。

【0194】また本実施の形態によれば、至適温度の高い好気性微生物を用いることから、常温菌に比べてより速く汚染土壌を浄化することができ、この微生物による分解反応をより純化でき、さらに系内の雰囲気を維持することがより容易になり、汚染土壌の工業的な浄化という観点からより一層効果的である。

【0195】また本実施の形態によれば、排ガス処理手段におけるコンデンサに供給する冷水、及び温度調整手段に供給する温水を同時に生成するヒートポンプを有することから、浄化装置の構成を簡略化する上でより効果的である。

【0196】また本実施の形態によれば、一体の反応槽で汚染土壌を浄化することができることから、浄化装置の小型化においてより一層効果的である。

【0197】また本実施の形態によれば、筒状体の端部がフランジによって筒状体本体と接続されていることから、前述したような筒状体端部の加工や端部の交換、回転軸42に対する筒状体43の角度の調整、固気接触器46の交換等のメンテナンスを容易に行うことができ、筒状体へ導入される汚染土壌等の量や、分解反応槽41内における汚染土壌等の攪拌性を制御する上でより効果的である。

【0198】＜第5の実施の形態＞本実施の形態では、浄化装置として前述した第一の浄化装置を用い、好気性微生物を用い、汚染物としてダイオキシン類等の塩素化合物を含有する汚染土壌を浄化するための本発明の一実施形態について説明する。なお前述した実施形態と同様の構成については同じ符号を用い、その説明を省略する。

【0199】本実施の形態における浄化装置は、図8及び図9に示すように、温度調整槽51と、温度調整槽51内に設けられる回転軸52と、回転軸52に対して直交して設けられる複数の筒状の分解反応槽53とを有している。

【0200】温度調整槽51は、温水や蒸気等の熱媒を内部に循環供給することにより分解反応槽53内の温度を調整する手段であり、図8中で紙面に対して垂直方向に延出し両端が塞がれている円筒体によって構成されている。この円筒体は、図示しないが内部に熱媒を供給するための熱媒供給口と、内部から熱媒を排出するための熱媒排出口とを有し、ヒンジ構造によって開閉自在に設けられており、例えば軸方向に二分割されこれらがヒンジ構造によって結合し、図8中における上半分が上方に開き下半分が固定されており、回転軸52及び分解反応槽53に対して不動に設けられている。また開口縁にはパッキンが設けられている。また回転軸52には回転動力源としてのギアドモータが接続されている。

【0201】分解反応槽53は、回転軸52から延出す



るように設けられ、三つを一段として、回転軸 5 2 の軸方向へ二段設けられており、回転軸 5 2 の回転方向に対して三つが等間隔（それぞれの軸線の角度は  $120^\circ$ ）に設けられている。分解反応槽 5 3 は、基端は閉塞されており、先端は開閉自在な蓋体で密閉されている。またそれぞれの分解反応槽 5 3 の内部には固気接触器 4 6 が設けられている。

【0202】次に本実施の形態における浄化装置を用いて汚染土壌を浄化する、本発明の浄化方法（前述した第一の浄化方法）における一実施の形態を説明する。まず、分解反応槽 5 3 の蓋体を開け、汚染土壌、及び前述した第 4 の実施の形態と同様の微生物を着床させた吸着材を分解反応槽 5 3 に投入する。

【0203】汚染土壌を分解反応槽 5 3 に投入したら蓋体を閉め、温度調整槽 5 1 を密閉したのち回転軸 5 2 を回転させ、さらに温度調整槽 5 1 に熱媒を導入して槽内の温度を微生物の至適温度まで加熱し維持する。

【0204】分解反応槽 5 3 は回転軸 5 2 の回転によって基端部側と先端部側とが交互に下向きになるように傾斜する。分解反応槽 5 3 に投入された汚染土壌と吸着材は、反応分解槽 5 3 内において、固気接触器 4 6 を通って、分解反応槽 5 3 内の基端側と先端側とを往復する。

【0205】回転軸 5 2 の回転に伴う分解反応槽 5 3 の傾斜によって、汚染土壌及び吸着材は十分に混合され、汚染土壌中の塩素化合物は吸着材と十分に接触し、吸着材に物理吸着される。また、汚染土壌及び吸着材の混合物は、固気接触器 4 6 中を移動することにより、空気と十分に接触する。また、温度調整槽 5 1 によって微生物分解反応系内は至適温度に保たれている。したがって、吸着材表面において微生物による塩素化合物の分解が効率よく行われる。

【0206】所定時間毎など、必要に応じて分解反応槽 5 3 内の汚染土壌をサンプリングし、サンプル汚染土壌中の微生物の個数濃度及び基質濃度（前記化合物濃度）から基質分解率を解析する。

【0207】所定の分解率を確認した後、分解反応槽 5 3 から処理土壌を取り出す。この処理土壌はマイクロウェーブ加熱滅菌乾燥装置等の滅菌手段によって滅菌され、浄化処理土壌が得られる。以上の操作を繰り返し、連続して汚染土壌を浄化する。

【0208】本実施の形態では、分解反応槽 5 3 への酸素供給手段を特に設けなかったが、例えば蓋体等、分解反応槽 5 3 にフィルタ等を備えた通気口を設け、温度調整槽 5 1 の熱媒に蒸気や加熱空気を利用しても良い。

【0209】本実施の形態によれば、分解反応槽 5 3 内において微生物分解反応に適した温度が保たれると共に、汚染土壌及び吸着材と空気とが十分に接触することから、温度条件及び酸素濃度条件が十分に確保された系内で、吸着材表面における汚染土壌中の塩素化合物とこれを分解する微生物との接触性がより高まり、汚染土壌

を効率よく浄化することができる。

【0210】また本実施の形態によれば、複数の分解反応槽 5 3 を有することから、汚染物質の異なる少量汚染土壌の複数種類を微生物によって同時に浄化する上でより一層効果的である。

【0211】

【発明の効果】本発明によれば、温度が調整される系内で、塩素化合物を含む汚染物を微生物により分解して浄化する汚染物の浄化方法及び浄化装置において、塩素化合物を物理吸着する吸着材及び塩素化合物を分解するための至適温度が少なくとも  $60^\circ\text{C}$  以上の微生物を汚染物中に存在させ、この汚染物を系内で流動させることから、常温菌の作用が排除された系内で、吸着材上において塩素化合物と微生物との接触性、及びこの微生物に対する酸素供給性をより高めることができ、より高速かつ再現性のある浄化を行うことができる。

【0212】さらに本発明では、至適温度が  $65^\circ\text{C}$  以上の好気性微生物を用い、かつ酸素供給手段により酸素が供給される系内で塩素化合物を分解すると、装置や作業手順の簡略化や、高速かつ再現性のある浄化を行う上でより一層効果的である。

【0213】さらに本発明では、流動物と気体との接触性を高める通路を形成する気体接触器を用い、この気体接触器内に汚染物を流動させると、高速かつ再現性のある浄化を行う上でより一層効果的である。

【0214】さらに本発明では、塩素化合物を物理吸着する吸着材を汚染物にさらに添加すると、塩素化合物を物理吸着し、かつ微生物を着床させ、塩素化合物と微生物との接触性を高め、高速かつ効率よく浄化を行う上でより効果的であり、塩素化合物の分子寸法に対して 1 倍以上に相当する孔径分布の細孔を有するゼオライトを吸着材として用いると、塩素化合物を物理吸着し、かつ微生物を着床させ、塩素化合物と微生物との接触性を高め、高速かつ効率よく浄化を行う上でより一層効果的である。

【0215】さらに本発明では、少なくとも分解反応槽内において水平方向に設けられる回転軸及びこの回転軸に直交して設けられ回転軸の回転に伴って槽内の汚染土壌を端部ですくう筒状体を流動手段として用い、筒状体内に前記通路を形成する固気接触器を気体接触器として用いると、塩素化合物を含む汚染土壌を浄化する上でより効果的であり、さらに塩素化合物を物理吸着する吸着材を反応系内にさらに添加するとより一層効果的である。

【0216】さらに本発明では、水平方向に設けられる回転軸を流動手段として用い、回転軸に直交して設けられ端部が閉塞しておりかつ内部に汚染土壌を収容可能な筒状体を分解反応槽として用い、筒状体内に前記通路を形成する固気接触器を気体接触器として用いると、塩素化合物を含む汚染土壌を浄化する上でより効果的であ

り、さらに塩素化合物を物理吸着する吸着材を反応系内にさらに添加するとより一層効果的である。

【0217】さらに本発明では、酸素供給手段に接続され分解反応槽の底部から気体接触器の通路内に向けて気泡を発生する気泡発生手段を流動手段として用い、汚染水中に前記通路を形成する気液接触器を気体接触器に用い、かつ分解反応槽内に固定され気液接触器から出た汚染水の流れを通過させる層状の吸着材を用いると、塩素化合物を含む汚染水を浄化する上でより一層効果的である。

【0218】さらに本発明では、分解反応槽から排出されるガスをコンデンサで冷却して排ガスを処理すると、装置の周辺環境に対する影響を抑える上で効果的であり、コンデンサ及び温度調整手段に供給する冷媒及び熱媒をヒートポンプによって生成すると、装置の構成を簡略化する上でより一層効果的である。

【0219】また、本発明によれば、温度が調整される系内で塩素化合物を含む汚染物を微生物により分解して浄化するに当たり、至適温度が6.0℃以上の脱塩素用微生物によって汚染物中の塩素化合物を分解し、汚染物中から塩素を除去し、次いで脱塩素用微生物によって塩素が除去された汚染物に含まれる化合物を、至適温度が6.5℃以上の化合物分解用微生物によって分解することから、従来のように常温菌を用いる場合に比べて汚染物の浄化をより速く行うことができ、さらに雑菌の作用を排除できることから汚染物の浄化反応を純化することができる、再現性のある浄化を行うことができる。

【0220】さらに本発明では、酸素が除かれた系において、脱塩素用微生物に好気性微生物を用いて脱塩素工程を行い、次いで酸素が供給される系において、化合物分解用微生物に好気性微生物を用いて化合物分解工程を行うこととすると、高速かつ再現性のある汚染物の浄化を行う上でより一層効果的である。

【0221】さらに本発明では、脱塩素工程で排出されるガスを処理することとすると、排ガスによる周辺環境への影響を抑制することができ、さらには処理ガスの再利用が可能になることから、より安価な浄化を行うことができ、かつ各工程における微生物の活動にとって好適な環境を維持する上でより効果的である。

【0222】さらに本発明では、各工程における系の酸素濃度及び温度を検出することとすると、各工程における微生物の活動にとって好適な環境を維持する上でより効果的であり、また浄化反応の再現性を確保する上でより効果的である。さらに汚染物が汚染水である場合には、各工程における系のpHを検出することとすると、各工程における微生物の活動にとって好適な環境を維持する上でより効果的であり、また浄化反応の再現性を確保する上でより一層効果的である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明における第二の浄化装置の一実施形態を

示す概略図である。

【図2】本発明における第二の浄化装置の他の実施形態を示す概略図である。

【図3】本発明における第一の浄化装置の一実施形態を示す概略図である。

【図4】図3に示す浄化装置の分解反応槽付近を示す要部拡大概略図である。

【図5】本発明における気体接触器の好ましい一例の構造を示す概略構成図である。

【図6】本発明における第一の浄化装置の他の実施形態を示す概略図である。

【図7】図6に示す浄化装置の回転軸及び筒状体付近を示す要部概略図である。

【図8】本発明における第一の浄化装置の他の実施形態を示す概略正面図である。

【図9】図8に示す浄化装置の要部を示す概略側面図である。

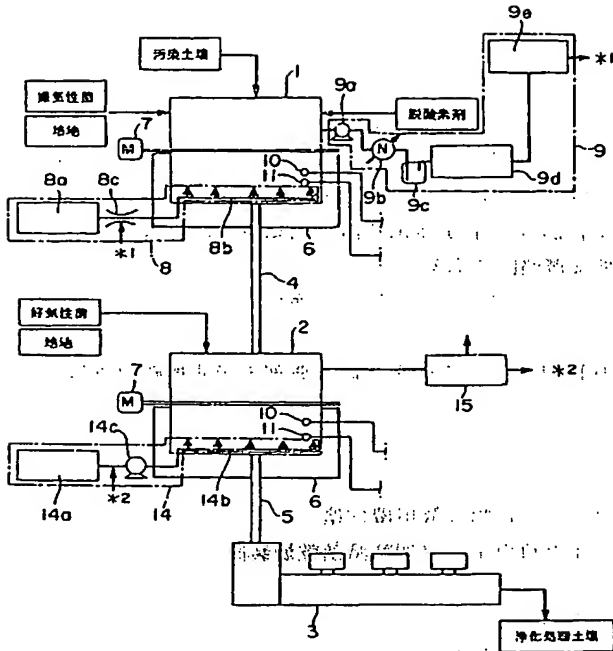
【符号の説明】

- 1、21 脱塩素用攪拌槽
- 2、22 化合物分解用攪拌槽
- 3 マイクロウェーブ加熱滅菌乾燥装置
- 4、5 スクリュー型コンベア
- 6 温度調整手段
- 7 固相用攪拌装置
- 8 酸素供給手段（酸素除去手段）
- 8a 酸素ポンプ
- 8b 酸素供給管
- 8c エジェクタ
- 9、29 脱塩素用排ガス処理手段
- 9a、14c ゴンプレッサ
- 9b 冷却器（コンデンサ）
- 9c 気液分離器
- 9d 吸着器
- 9e 加湿装置
- 10 温度検出手段
- 11 酸素濃度検出手段
- 14、34、44 空気供給手段（酸素供給手段）
- 14a 空気供給源
- 14b 空気供給管
- 15、25 化合物分解用排ガス処理手段
- 23 pH検出手段
- 27 液相用攪拌装置
- 31、41、53 分解反応槽
- 32 気泡発生手段
- 33 還気用通気路
- 35 排ガス処理手段
- 36 気液接触器
- 37 吸着材
- 38 サンプリング管
- 42、52 回転軸

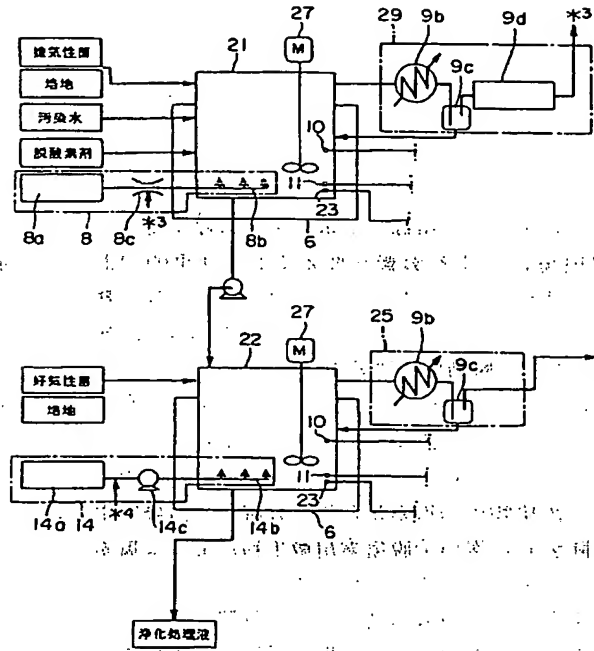
4 3 筒状体  
4 6 固気接触器

5 1 温度調整槽

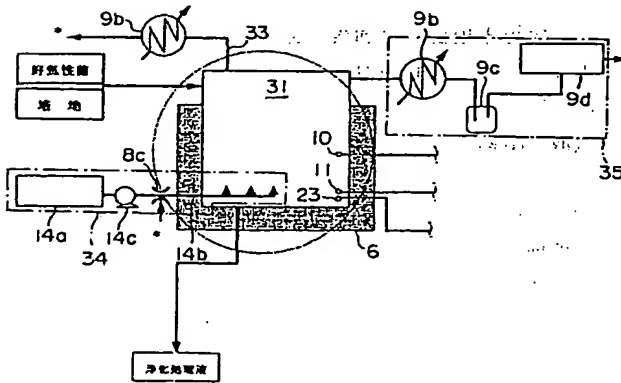
【図 1】



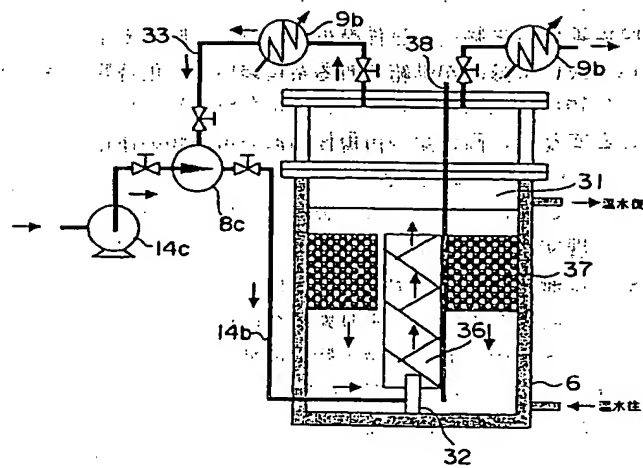
【図 2】



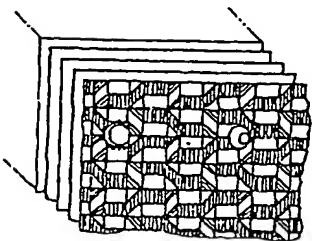
【図 3】



【図 4】

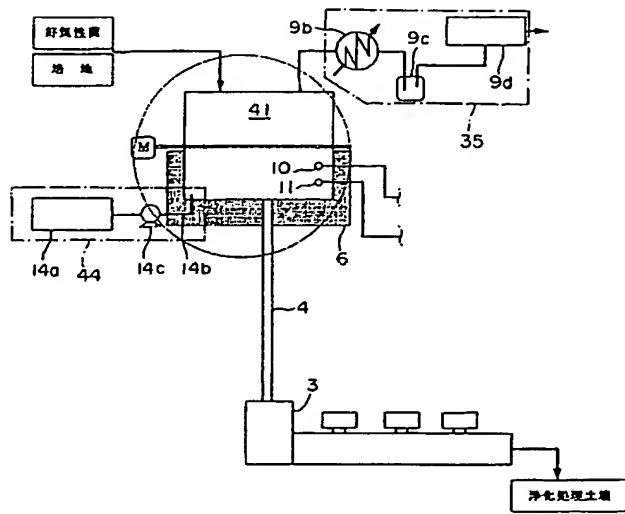


【図 5】

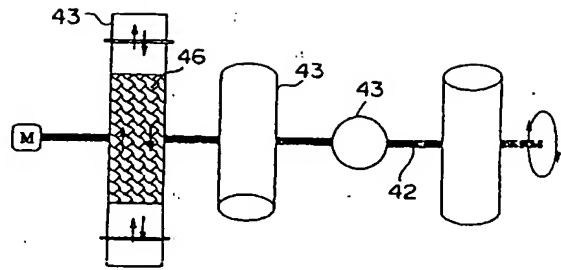




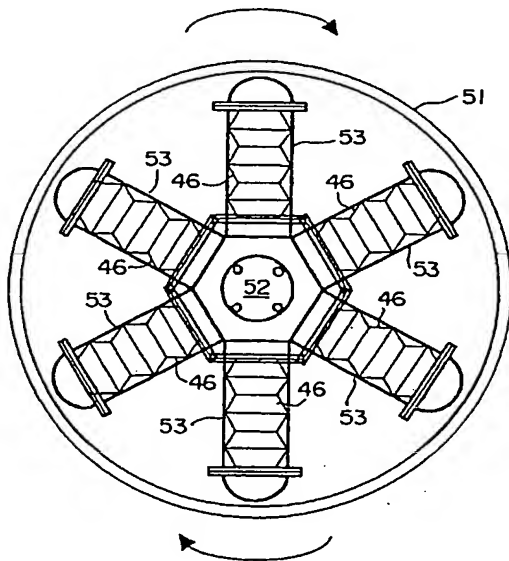
【図6】



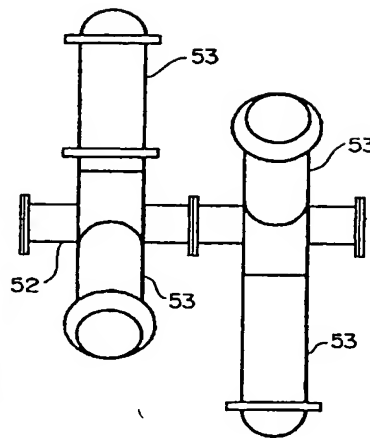
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

識別記号

C 1 2 M 1/00

C 1 2 N 1/00

F I

C 1 2 N 1/00

B 0 9 B 3/00

テーマコード\* (参考)

R 4 D 0 4 0

Z A B E

(72) 発明者 保科 定頼

東京都世田谷区北沢 1-30-16

Fターム(参考) 4B029 AA02 BB02 CC01 DB15 DF01  
DG10:  
4B065 AA15X AA23X AC02 BB40  
BC06 BC50 CA56  
4D004 AA41 AB07 AC04 BA02 CA18  
CA19 CA42 CA46 CA47 CB04  
CB05 CB21 CB31 CB33 CC07  
CC11 DA01 DA03 DA06 DA10  
4D024 AA04 AB11 BA07 BB08 BC05  
CA06 DA04 DA06 DB06 DB15  
DB16  
4D028 AB00 AC03 AC09 BA01 BB01  
BB02 BC12 BC15 BC24 BC26  
CC07 CD01  
4D040 BB01 BB42 BB51 BB82 BB91